



**Facultad de Educación**

**MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA**

**Introducción a la robótica y programación a través de experiencias de aplicación  
práctica**

**Introduction to robotics and programming using practical application experiences**

**Alumno/a: María Fernández Ortiz**

**Especialidad: Física, Química y Tecnología**

**Director/a: Ángel Cuesta García**

**Curso académico: 2018/2019**

**Fecha: 26 de Junio de 2019**



# Agradecimientos

Quiero aprovechar estas líneas para expresar mi agradecimiento a quienes con su ayuda y apoyo han hecho posible el desarrollo de este trabajo.

En primer lugar, agradecer a Ángel Cuesta la posibilidad de realizar este trabajo, gracias por apoyarme y confiar en mí. Gracias por todas y cada una de las lecciones que me has enseñado, que me han permitido crecer tanto personal como profesionalmente.

En segundo lugar, gracias a María, Raquel y al resto de compañeros del IES La Albericia por su acogida y apoyo, que han hecho de este trabajo una experiencia inolvidable. Gracias a Ismael y a los alumnos de 1º Bachillerato por permitirme poner en práctica este trabajo y compartir juntos momentos irrepetibles.

En tercer lugar, gracias a mis compañeros del Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas de la Universidad de Cantabria por la labor que realizan cada día y por ofrecerme ayuda siempre que la he necesitado.

En último lugar, y no por ello menos importante, gracias a mi familia por su apoyo incondicional.

Finalmente, dar las gracias a la Universidad de Cantabria por disponer de un gran equipo de profesionales capaces de transmitir los conocimientos y capacidades que nos permiten crecer tanto personal como profesionalmente.





## Resumen<sup>1</sup>

Uno de los más influyentes teóricos de la educación del siglo XX ya adelantaba en sus textos que “saber que enseñar no es transferir conocimiento, sino crear las posibilidades para su propia producción o construcción” Paulo Freire (1921-1997). Este enfoque se opone totalmente a la idea clásica en la que los conocimientos se obtienen a través de la memorización mecánica en clases magistrales, donde el docente mantiene la distancia con los alumnos. En este sentido las materias relacionadas con la tecnología constituyen la mejor herramienta educativa para fomentar la formación de ciudadanos autónomos con pensamiento crítico propio.

Este trabajo propone utilizar el desarrollo de proyectos de aplicación práctica para introducir a los alumnos los conceptos de robótica y programación, teniendo en cuenta el nivel socio-económico y las oportunidades que rodean el sistema educativo en la comunidad autónoma de Cantabria. Además, se plantea y evalúa el uso de SCRUM educativo como alternativa al método de aprendizaje basado en proyectos (ABP). Este análisis se realiza a través del desarrollo de un proyecto de robótica educativa con un grupo de alumnos en el IES La Albericia de Santander.

**Palabras clave:** Robótica Educativa, Metodologías Ágiles, Aprendizaje basado en proyectos, SCRUM.

---

<sup>1</sup>En este documento, no se discrimina a nadie por razón de sexo. A lo largo del mismo se utilizará el género gramatical masculino para referirse a colectivos mixtos, como aplicación de la ley lingüística de la economía expresiva. Tan solo cuando la oposición de sexos sea un factor relevante en el contexto se explicitarán ambos géneros.



## Abstract

One of the most influential educational theorists of the twentieth century already advanced in his texts that “know how to teach is not to transfer knowledge, is to create the possibilities for its own production or construction” Paulo Freire (1921-1997). This approach is totally opposed to the classical idea in which knowledge is obtained through mechanical memorization in master classes, where the teacher maintains distance from the students. In this sense, matters related to technology are the best educational tool to encourage the formation of autonomous citizens with their own critical thinking.

Taking into account the socio-economic level and the opportunities that surround the educational system in the autonomous community of Cantabria, this work proposes to use the development of practical application projects to introduce students to the concepts of robotics and programming. In addition, the use of educational SCRUM is proposed and evaluated as an alternative to the project-based learning method (PBL). This analysis is carried out through the development of an educational robotics project with a group of students at the IES Albericia of Santander.

**Keywords:** Educational Robotics, Agile Methodologies, Project-based learning, SCRUM.



# Índice

<b>Agradecimientos</b>	<b>I</b>
<b>Resumen</b>	<b>III</b>
<b>Abstract</b>	<b>V</b>
<b>1. Introducción y Justificación</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos</b>	<b>3</b>
<b>3. Marco teórico</b>	<b>4</b>
3.1. Comunidad autónoma de Cantabria . . . . .	4
3.1.1. Economía . . . . .	4
3.1.2. Educación . . . . .	5
3.2. Robótica y programación en el currículo . . . . .	7
<b>4. Estado de la cuestión</b>	<b>11</b>
<b>5. Exhibiciones de robótica educativa</b>	<b>14</b>
5.1. CantabRobots . . . . .	14
5.2. Feria de la Ciencia de la UC . . . . .	16
<b>6. Materiales y Métodos</b>	<b>17</b>
6.1. Metodologías ágiles . . . . .	17
6.2. Aprendizaje basado en proyectos . . . . .	18
6.3. Scrum . . . . .	20
<b>7. Aplicaciones prácticas</b>	<b>24</b>
7.1. Conceptos básicos . . . . .	26
7.2. Incubadora . . . . .	28
7.2.1. Método de trabajo . . . . .	29
7.2.2. Desarrollo . . . . .	29
7.3. Presentación del proyecto en CantabRobots . . . . .	43

<b>8. Conclusión y Trabajos Futuros</b>	<b>45</b>
8.1. Conclusiones . . . . .	45
8.2. Trabajos futuros . . . . .	47
<b>Referencias</b>	<b>49</b>
<b>A. Arduino: Conceptos básicos</b>	<b>53</b>
<b>B. Diagrama de flujo de la incubadora</b>	<b>57</b>
<b>C. Cajón para el volteo de los huevos</b>	<b>59</b>
<b>D. Descripción gráfica de la incubadora</b>	<b>61</b>
<b>E. Lógica de control de la incubadora</b>	<b>63</b>
<b>F. CantabRobots 2019</b>	<b>65</b>

# 1. Introducción y Justificación

En la actualidad la tecnología esta transformando tanto el sector económico como el industrial. Entonces, no es de extrañar que las empresas incorporen procesos de producción y elementos tecnológicos basados en automatismos y control de procesos. Estos procesos tienen como objetivo acotar los tiempos de fabricación, aumentar la productividad y reducir los costes en mano de obra. Los ingenieros mecánicos, electrónicos y más recientemente los informáticos han asumido el papel protagonista en estos desarrollos. La demanda de este tipo de profesionales en el mercado actual genera un nuevo campo en la formación de las poblaciones más jóvenes (Zuñiga, 2006).

Haciendo eco de esta demanda podemos afirmar que la tecnología es una de las piezas fundamentales en la educación de los alumnos en el presente siglo, pero no debemos olvidar que el currículo de nuestro sistema educativo establece su base en las asignaturas de carácter científico. Por ejemplo, en el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) se consideran las materias de Matemáticas, Biología, Química, Historia y Geografía como la base de la ciencia.

El currículo fija los objetivos, estándares y criterios que se deben seguir en un marco común dejando abierto el espacio en el que se da forma al conocimiento y la identidad de las materias. La sociedad del siglo XXI se define en la cultura conocida como DIY (*Do it yourself!*) o hágalo usted mismo (Cilleruelo & Zubiaga, 2014), situándonos bajo un nuevo concepto donde la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas confluyen como método de aprendizaje. Este método es conocido por sus siglas en inglés STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Math) y tiene como objetivo fomentar el proceso de aprendizaje del alumnado en las relaciones de estas competencias.

En las primeras etapas de la introducción de la robótica en la educación superior se trabajó más el contexto técnico que pedagógico. Más allá de los límites universitarios la adaptación de estos nuevos conceptos a la enseñanza de secundaria generaba un reto difícil de alcanzar. De hecho, durante los primeros años se crearon actividades extraescolares de robótica que impartían directa-

mente profesionales de la materia (D'Abreu & Condori, 2017). Trabajos como el de Campos y col. (2011) han ayudado a identificar las características de la introducción a la robótica como recurso tecnológico en el currículo, caracterizando la misma bajo la premisa de tratar con sistemas que centran su atención en la relación tiempo-espacio. Por tanto, podemos afirmar que no es una tarea fácil llevar a cabo la adaptación de las materias a las nuevas necesidades educativas. Entonces, los docentes de esta nueva etapa deben destacar por ser el soporte hacia un aprendizaje adaptativo y móvil, tal y como reflejan las nuevas tendencias tecnológicas.

La robótica educativa (RE) es la disciplina que permite a los estudiantes desarrollar las competencias relacionadas con el aprendizaje a través del proceso de diseño, construcción y programación de sistemas físicos automáticos. Estos sistemas, denominados Robots, se construyen con diferentes materiales y recursos tecnológicos que son programados y controlados desde un computador y/o dispositivo móvil (Zuñiga, 2012). Por tanto, la RE tiene como objetivo mejorar la calidad del aprendizaje de las ciencias de una forma práctica, fomentando el interés de los estudiantes en la resolución de problemas a través del uso de recursos multidisciplinares. Además, facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje de los docentes.

La demanda del mercado actual y su relación con el sistema educativo son la base de este trabajo donde, se realizará un análisis del entorno socio-cultural de la comunidad autónoma de Cantabria. Relacionando este entorno y la RE se llevará a cabo un sistema de control automático con los alumnos de 1º de Bachillerato, dentro de la asignatura de Tecnología Industrial I. Finalmente, se evaluará el desarrollo de la técnica de aprendizaje basada en proyectos (ABP) a través del uso de la metodología ágil SCRUM utilizada como base en el desarrollo del proyecto.



## 2. Objetivos

El **principal objetivo** que persigue este trabajo es plantear la introducción a la robótica y la programación en Bachillerato, a través de la realización de proyectos de aplicación práctica basados en la demanda, tanto económica como educativa, de Cantabria.

Para alcanzar el objetivo propuesto se han definido los siguientes **objetivos específicos** :

- Analizar el estado de la demanda tanto educativa como económica de la comunidad autónoma Cantabria.
- Proporcionar una respuesta en materia de robótica y programación a los objetivos de la materia de Tecnología Industrial de 1º Bachillerato propuestos en el currículo de Cantabria.
- Analizar y evaluar el uso de la robótica educativa en el aula.
- Probar y evaluar el método SCRUM dentro del aula como complemento de trabajo a la metodología de ABP.
- Proponer diferentes aplicaciones prácticas que ayuden, tanto a los docentes como a los alumnos, en las tareas de enseñanza-aprendizaje dentro de los contenidos de robótica y programación.
- Aumentar la motivación de los alumnos relacionando estos proyectos de aplicación práctica con el entorno socio-cultural que los rodea.
- Evaluar a través del desarrollo práctico de una de estas aplicaciones la aportación que realiza a los objetivos, contenidos y estándares de aprendizaje propuestos para la etapa educativa de Bachillerato.

### **3. Marco teórico**

El presente trabajo centra su desarrollo en la integración de la robótica y la programación en la etapa educativa que agrupa la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato dentro de la comunidad autónoma de Cantabria. Entonces, es necesario realizar un análisis previo que incluya el estado de la cuestión en las características propias de Cantabria, la normativa vigente, y finalmente, la Robótica Educativa en general.

#### **3.1. Comunidad autónoma de Cantabria**

Hace falta realizar un breve repaso a la oferta y demanda tanto económica como educativa de la comunidad autónoma de Cantabria para conocer las necesidades y oportunidades de futuro que rodean a los estudiantes. De esta forma podremos acercarnos más a sus intereses y aumentar su motivación durante la etapa educativa.

Cabe destacar que el índice de recambio<sup>2</sup> se encuentra entre el 110% y el 192%, lo que indica una disminución en la tasa de alumnos matriculados en la etapa educativa obligatoria de entre 3 a 16 años de edad (ICANE, 2017). Si tenemos en cuenta el total de la población los jóvenes representan, tan solo, el 17,75%. Con un porcentaje tan bajo debemos fomentar su interés por las profesiones que mantienen la economía de nuestra comunidad.

Por lo tanto, vamos a realizar un breve análisis de los sectores económicos de Cantabria para ajustar la oferta educativa a las necesidades del entorno. Además, de esta forma contribuimos a fomentar la competencia de conciencia y expresiones culturales reflejada en la LOMCE (2013).

##### **3.1.1. Economía**

La evolución de la economía en Cantabria afecta a los tres sectores económicos.

---

<sup>2</sup>Relación entre la población de 60 a 64 años y la población de 15 a 19 años.

- **Sector primario (2,2 %<sup>3</sup>):** agrupa la actividad económica relativa principalmente a la agricultura, ganadería y pesca. Actualmente, su potencial se encuentra en la producción de vino.
- **Sector secundario (21,9 %):** engloba las actividades industriales y la construcción. Las actividades más comunes dentro de este sector son: procesamiento y conservación del pescado, fabricación de maquinaria y otros productos metálicos, metalurgia, caucho y materias primas, forja y talleres y industrias extractoras de energía, agua y residuos.
- **Sector terciario y de servicios (70,2 %):** se refiere a las actividades desarrolladas para fomentar el turismo y la mejora de transportes.

En referencia al uso de las nuevas tecnologías dentro de estos sectores el ICANE (2018) indica que en el año 2017 un 9.7 % de las empresas Cántabras emplearon especialistas en Tecnologías de la Información y la Comunicación. En el caso empresas con más de 250 empleados, el porcentaje asciende hasta un 67,9. Además, al menos un 11,8 % del total han proporcionado actividades formativas en esta materia a sus empleados, lo que indica la concienciación de los diferentes sectores en relación a la integración con las nuevas tecnologías. Por su lado, el uso de Robots<sup>4</sup> se encuentra presente en un 10,9 % de las empresas, estas mayoritariamente se dedican al sector industrial o servicios. Este análisis nos muestra que los dos principales sectores en los que se apoya la economía de Cantabria están apostando por el uso de las nuevas tecnologías.

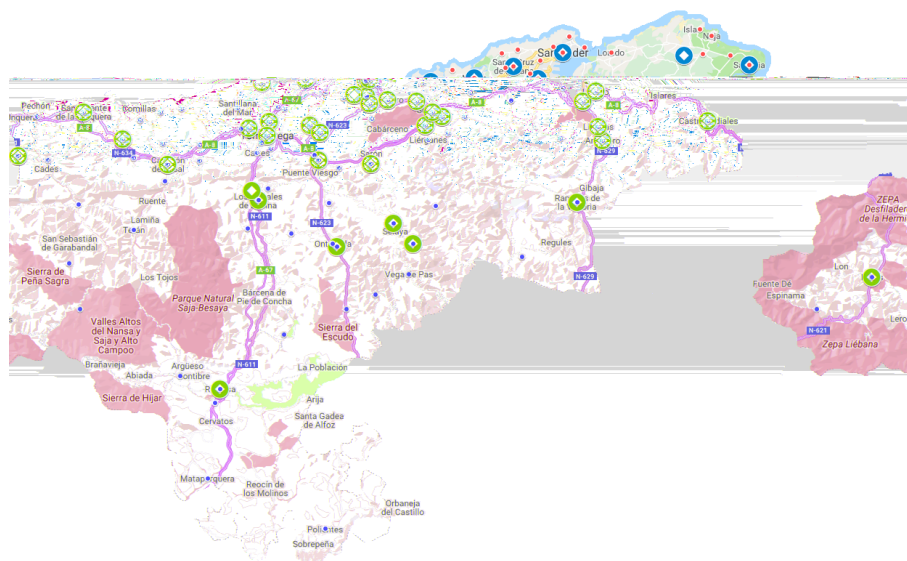
### 3.1.2. Educación

En la actualidad existen 296 centros de educativos en Cantabria, un buen número teniendo en cuenta que se trata de una comunidad pequeña. Sin em-

<sup>3</sup>Porcentaje de activos en Cantabria según datos publicados en el Instituto Nacional de Estadística. <https://www.ine.es>

<sup>4</sup>Dentro de este grupo solo se incluyen los robots que poseen componentes mecánicos quedando excluidos los conocidos como robots de software, es decir, los programas de ordenador que realizan una automatización inteligente de procesos. Este software genera un “trabajador virtual” que trabaja con una o varias aplicaciones existentes de la misma manera que lo hace una persona física al interactuar con él.

bargo, el Consejo Económico y Social (2018) identifica una deficiencia en las infraestructuras educativas del medio rural en relación a la secundaria. Como se puede observar en la figura 1, 105 localidades cuentan con Colegios de Educación Primaria y, tan solo, 40 de estas disponen de un Centro de Educación Secundaria Obligatoria. Además, más de la mitad de los centros de secundaria se encuentran en Santander, lo que provoca que los alumnos de primaria de al menos un 54 % del resto de Cantabria deberán desplazarse para acceder a la secundaria.



**Figura 1:** Distribución de los Centros de Educación Primaria, Secundaria y Bachillerato en Cantabria. Los puntos rojos representan los Colegios públicos de Educación Infantil y Primaria. Los círculos azules con un rombo, los Institutos de Educación Secundaria y Bachillerato. Creado con google maps a partir de los datos proporcionados por el Gobierno de Cantabria.

Por lo tanto, la falta de infraestructuras que obliga a migrar a los jóvenes a las zonas urbanas fuerza a los equipos docentes a proporcionar marcos educativos que integren la cultura y costumbres de cuantos conviven en ella con el objetivo de reducir la tasa de abandono escolar por falta de adaptación al entorno. Si unimos este hecho al análisis económico realizado en el apartado anterior tenemos la información necesaria para generar proyectos, como se verá en la sección 7, que llamen la atención de los alumnos y den respuesta a las necesidades económicas del entorno. Aun así no debemos olvidar que nos encontramos bajo un sistema reglado, por lo que también es importante tener en cuenta la normativa vigente en materia de educación que regula la tecnología.

### **3.2. Robótica y programación en el currículo**

Las denominadas Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) aparecen mencionadas en la Ley Orgánica 2/2006 (LOE), donde se reconoce que existe una evolución acelerada de la ciencia y la tecnología que afecta al desarrollo social y, por lo tanto, debemos preparar a los alumnos para vivir bajo la nueva sociedad del conocimiento y de lo que esta derive. Para la educación secundaria fija su objetivo en conseguir formar al alumnado en el desarrollo de las destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información con sentido crítico.

Sin embargo, la Ley Orgánica 8/2013 (LOMCE) que complementa y no deroga la mencionada anteriormente, concreta la formación de las TICs a través de la integración de materias específicas: Tecnologías de la Información y Comunicación, y Tecnología Industrial.

El Real Decreto 1105/2014 establece los objetivos, competencias, contenidos, estándares y criterios de evaluación básicos que garantizan la validez de las titulaciones de la ESO y Bachillerato en todo el territorio Español. En este Real Decreto se introducen por primera vez los contenidos asociados al conocimiento de los lenguajes de programación, la automatización de procesos y la robótica. En concreto, para los niveles comprendidos entre 4º de ESO y 2º de Bachillerato en las materias de Tecnología, Tecnología Industrial (TIN) y TIC.

El presente trabajo se desarrolla en la comunidad autónoma de Cantabria, en concreto para alumnos matriculados en 1º Bachillerato en la Asignatura de Tecnología Industrial I en el IES La Albericia. Debido a esto recurrimos al Decreto 38/2015 que regula el currículo que debemos tener presente en nuestra práctica docente dentro de Cantabria.

La ley define que, dentro de la etapa educativa del Bachillerato, se debe proporcionar a los alumnos la formación, madurez intelectual y humana, así como, los conocimientos y habilidades que les permitan incorporarse a la vida activa y/o a la educación superior con responsabilidad y competencia.

Además, en primer lugar, el Decreto define los objetivos generales que se deben abordar durante el proceso de enseñanza en el Bachillerato. A continuación, destacamos los que resultan de aplicación en el presente trabajo:

- (c) Consolidar una madurez personal y social que les permita actuar de forma responsable y autónoma, y desarrollar su espíritu crítico. Prever y resolver pacíficamente los conflictos personales, familiares y sociales.
- (e) Desarrollar, aplicar y potenciar las competencias adquiridas por los alumnos en la educación básica.
- (i) Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.
- (k) Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.
- (l) Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.
- (m) Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.
- (p) Profundizar en el conocimiento del patrimonio histórico, artístico, cultural y natural, y de las tradiciones de Cantabria, afianzando actitudes que contribuyan a su valoración, difusión, conservación y mejora.

En segundo lugar el Decreto 38/2015 dice que “la materia Tecnología Industrial proporciona una visión razonada desde el punto de vista científico-tecnológico sobre la necesidad de construir una sociedad sostenible en la que la racionalización y el uso de las energías y los materiales, la mejora de los procesos de producción y la eficiencia de las máquinas contribuyan a crear sociedades más justas e igualitarias formadas por ciudadanos con pensamiento crítico propio” (p.990).

En última instancia, incluye los 5 bloques de contenidos que se llevarán a cabo en la materia: diseño, producción y comercialización de productos tecnológicos, introducción a la ciencia de los materiales, máquinas y sistemas, procedimientos de fabricación y recursos energéticos.

Bloque 1. Productos tecnológicos: diseño, producción y comercialización		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
–Diseño y producción de un producto tecnológico. Etapas –Influencia de los productos tecnológicos en la sociedad. –Sistemas de gestión de calidad y excelencia.	1. Identificar las etapas necesarias para la creación de un producto tecnológico desde su origen hasta su comercialización describiendo cada una de ellas investigando su influencia en la sociedad, proponiendo mejoras tanto desde el punto de vista de su utilidad como de su posible impacto social.  Este criterio evalúa los conocimientos que tiene el alumno de describir las distintas fases del proceso tecnológico, valorando su importancia y desarrollando la capacidad de diseñar un nuevo proceso o hacer propuestas de mejora de otros procesos conocidos que den respuesta a una demanda social.  4 <sup>o</sup> ) Aprender a aprender. 5 <sup>o</sup> ) Competencias sociales y cívicas 6 <sup>o</sup> ) Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor	1.1 Diseña una propuesta de un nuevo producto tomando como base una idea dada, explicando el objetivo de cada una de las etapas significativas necesarias para lanzar el producto al mercado.  1.2 Analiza críticamente el impacto social, económico y ecológico de los productos tecnológicos.
	2. Explicar las diferencias y similitudes entre un modelo de excelencia y un sistema de gestión de la calidad identificando los principales actores que intervienen, valorando críticamente la repercusión que su implantación puede tener sobre los productos desarrollados y exponiéndolo de forma oral con el soporte de una presentación.  Se pretende conocer la capacidad del alumno para identificar los aspectos más relevantes de la gestión de la calidad y la excelencia e investigar la repercusión que tiene la implantación de estos modelos en las empresas.  1 <sup>o</sup> ) Comunicación lingüística 4 <sup>o</sup> ) Aprender a aprender. 5 <sup>o</sup> ) Competencias sociales y cívicas	2.1 Elabora el esquema de un posible modelo de excelencia razonando la importancia de cada uno de los agentes implicados.  2.2 Desarrolla el esquema de un sistema de gestión de la calidad razonando la importancia de cada uno de los agentes implicados.

**Figura 2:** Bloque 1. Diseño, producción y comercialización de productos tecnológicos. Contenidos, Criterios y Estándares.

El desarrollo de actividades que conllevan la introducción a la programación y la robótica contribuyen especialmente al desarrollo de los Bloques 1 y 3.

Por un lado, serán de aplicación los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje correspondientes al Bloque 1. Diseño, producción y comercialización de productos tecnológicos, ver figura 2, que son comunes todos los procesos Procesos de resolución de problemas tecnológicos que son comunes a todas las actividades que se desarrollan bajo esta asignatura.

Por otro lado, se tendrán en cuenta los contenidos, criterios y estándares referentes al Bloque 3. Máquinas y sistemas, ver figura 3. Esta muestra a los alumnos un cambio en la sociedad donde los objetivos se fijan en la mejora de los procesos de producción a través de procesos que requieran de un menor esfuerzo humano. Para ello los estudiantes deberán adquirir los conocimientos asociados con los componentes y programas que influyen en el diseño y montaje de las máquinas automatizadas con lógica cableada y/o programada.

Bloque 3. Máquinas y sistemas		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<p>– Análisis de máquinas. Sistemas de generación, transformación y transmisión del movimiento. Sistemas auxiliares.</p> <p>– Programación de máquinas. Automatización de procesos empleando dispositivos programables.</p> <p>– Circuitos eléctricos. Componentes. Asociación serie, paralelo y mixta de componentes. Ley de Ohm. Potencia. Energía. Resolución de circuitos eléctricos con una o varias fuentes de alimentación. Diseño, simulación, montaje y verificación de circuitos.</p> <p>– Circuitos electrónicos. Componentes. Circuitos de aplicación práctica. Cálculo de magnitudes en los circuitos. Diseño, simulación, montaje y verificación de circuitos.</p> <p>– Neumática. Componentes de tratamiento del fluido, control y actuación. Circuitos básicos. Análisis de circuitos de aplicación práctica. Diseño, simulación, montaje y verificación de circuitos.</p>	<p>1. Analizar los bloques constitutivos de sistemas y/o máquinas interpretando su interrelación, describiendo los principales elementos que los componen utilizando el vocabulario relacionado con el tema y diseñando y construyendo modelos de máquinas.</p> <p>El alumno debe distinguir los diferentes tipos de elementos que componen una máquina, indicando cuál es la función de cada uno de ellos dentro del conjunto y su conexión con los demás. También debe desarrollar destrezas para el diseño, programación y montaje de máquinas que requieran un proceso con distintos grados de automatización.</p> <p>1º) Comunicación lingüística. 2º) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología. 3º) Competencia digital</p>	<p>1.1 Describe la función de los bloques que constituyen una máquina dada, explicando de forma clara y con el vocabulario adecuado su contribución al conjunto.</p> <p>1.2 Describe mediante diagramas de bloques el funcionamiento de máquinas herramientas, explicando la contribución de cada bloque al conjunto de la máquina.</p> <p>1.3 Diseña y realiza el montaje de una máquina automatizada con lógica cableada o programada.</p>
	<p>2. Verificar el funcionamiento de circuitos eléctrico-electrónicos, neumáticos e hidráulicos característicos, interpretando sus esquemas, utilizando los aparatos y equipos de medida adecuados, interpretando y valorando los resultados obtenidos apoyándose en el montaje o simulación física de los mismos.</p> <p>Con este criterio se pretende que el alumno desarrolle una serie de destrezas relacionadas con la interpretación de esquemas, el montaje de circuitos y el análisis de los resultados obtenidos, que tienen como finalidad dar una visión general del funcionamiento de los distintos sistemas.</p> <p>1º) Comunicación lingüística. 2º) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología. 4º) Aprender a aprender</p>	<p>2.1 Verifica la evolución de las señales en circuitos eléctrico-electrónicos, neumáticos o hidráulicos dibujando sus formas y valores en los puntos característicos.</p> <p>2.2 Interpreta y valora los resultados obtenidos de circuitos eléctrico-electrónicos, neumáticos o hidráulicos.</p>
	<p>3. Realizar esquemas de circuitos que dan solución a problemas técnicos mediante circuitos eléctrico-electrónicos, neumáticos o hidráulicos con ayuda de programas de diseño asistido y calcular los parámetros característicos de los mismos.</p> <p>Este criterio es una continuación del anterior. El alumno ya conoce los elementos y circuitos de los distintos sistemas. El siguiente paso es evaluar la capacidad del alumno para diseñar y dimensionar otros sistemas que den solución a una necesidad planteada.</p> <p>2º) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología. 3º) Competencia digital 4º) Aprender a aprender</p>	<p>3.1 Diseña utilizando un programa de CAD, el esquema de un circuito neumático, eléctrico-electrónico o hidráulico que dé respuesta a una necesidad determinada.</p> <p>3.2 Calcula los parámetros básicos de funcionamiento de un circuito eléctrico-electrónico, neumático o hidráulico a partir de un esquema dado.</p>

**Figura 3:** Bloque 3. Máquinas y sistemas. Contenidos, Criterios y Estándares.



## 4. Estado de la cuestión

Concebimos la robótica educativa como un contexto de aprendizaje que se apoya en las tecnologías digitales para hacer y aprender sobre la robótica. Este contexto involucra a quienes participan, en el diseño y construcción de creaciones propias (objetos que poseen cuerpo, control y movimientos), primero mentales y luego físicas, construidas con diferentes materiales y controladas por un computador llamadas simulaciones o prototipos. Estas creaciones pueden tener su origen, en un referente real, por ejemplo: un proceso industrial automatizado, en el que los estudiantes recrean desde la apariencia de las máquinas hasta las formas de movimiento o de interactuar con el ambiente; entonces nos encontramos ante una simulación; o prototipos que corresponden a diseños totalmente originales, como por ejemplo el diseño y control de un producto que resuelve un problema particular de su escuela, de su hogar o comunidad; de una industria o proceso industrial. Igualmente las producciones de los estudiantes podrían integrar ambas: prototipos y simulaciones. (Zuñiga, 2006, p.2)

Los Robots son maquinas que responden a determinadas acciones basadas en su interacción con el mundo físico que lo rodea. Es por ello, que su desarrollo requiere de conocimientos y habilidades relacionadas con la ciencia, la tecnología, las matemáticas, el arte, etc. Estos conocimientos definen a la robótica educativa dentro del contexto de aprendizaje multidisciplinar STEAM.

STEAM es el modelo educativo que agrupa las 5 áreas del conocimiento: ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. Su uso tiene como objetivo motivar al alumnado hacia el auto-aprendizaje a través de la relación de los conceptos adquiridos en las diferentes áreas.

En la actualidad, la robótica educativa esta presente en varios trabajos de investigación y evaluación práctica, ya que se trata de un modelo de innovación en materia de educación.

La mayor parte de los trabajos de investigación en esta materia se realizan en el continente Americano. De entre ellos, destacamos trabajos como el de Zuñiga (2012) o Moreno y col. (2012), publicados en la revista electrónica *Teoría de la*

*educación. Educación y cultura en la sociedad de la información* de la Universidad de Salamanca, España. En estos se realiza un análisis de las lecciones más importantes aprendidas tanto por los docentes como por los alumnos en la utilización de la RE como herramienta de aprendizaje. Destacan la necesidad de desarrollar proyectos que despierten el interés de los alumnos y de los docentes. Además, muestran que la utilización de RE en entornos controlados es útil para enseñar a los alumnos partiendo sus propios errores. Finalmente, remarcan la RE como la oportunidad que tienen los docentes para demostrar su capacidad de adaptarse a las nuevas tecnologías y requerimientos del mercado.

A nivel estatal, nos encontramos con trabajos como el de Balcells (2012) o Ocaña Rebollo (2012), que realizan un análisis de la RE en España y Almería, respectivamente. Estos trabajos se centran en introducir la programación a través del juego, en concreto haciendo uso de LEGO Mindstorms NXT <sup>5</sup>. Ambos trabajos destacan que se trata de un campo nuevo que abre muchas posibilidades tanto en la adquisición de conocimientos en la materia de la tecnología como en el desarrollo de capacidades para la resolución de problemas y el análisis de alternativas. De igual forma se trata de una herramienta que permite aumentar la creatividad y fomentar el trabajo en equipo.

Continuando con el análisis de otros proyectos, en el año 2014, Patiño, Diego, Rodilla y Conde realizaron un estudio cuantitativo acerca del uso de la RE como herramienta de aprendizaje en Iberoamérica y España, desde el punto de vista de los docentes. En él concluyeron que la RE es una herramienta de enseñanza-aprendizaje que permite relacionar el contexto, la tecnología y la pedagogía. Su trabajo también identifica la necesidad de buscar métodos que permitan utilizar la RE como medio para alcanzar los objetivos de aprendizaje.

Si nos centramos en la comunidad autónoma de Cantabria nos encontramos con dos trabajos a destacar.

El primero realizado por Khan (2016) que realiza un análisis la RE como medio conductor para formar a los alumnos en las TIC y muestra, a través de un

---

<sup>5</sup>Set programable fabricado por LEGO en julio de 2006. Permite aprender conceptos básicos de programación a través del uso de lenguajes tanto gráficos como textuales. A él se pueden conectar diferentes tipos de componentes (sensores, motores, etc).

ejemplo, como hacer uso de esta herramienta dentro del aula. Este trabajo centra su atención en el desarrollo de un proyecto utilizando Arduino y la programación por bloques para introducir los alumnos en la RE. En las conclusiones destaca que la tecnología utilizada resulta “árida” para los alumnos y presenta otras herramientas que podrían facilitar la introducción y la robótica en el aula. En la actualidad, estas herramientas se utilizan en niveles básicos de la ESO. Por lo tanto, tres años después de su estudio y teniendo en cuenta los avances en la educación este trabajo se centra en realizar un análisis de forma y métodos. Además, partimos de la premisa de que los alumnos ya están familiarizados con la tecnología Arduino y nos centramos en buscar y aplicar metodológicas que despierten la creatividad y compromiso de los alumnos en Bachillerato.

El segundo, llevado a cabo por López (2018) se centra en la etapa educativa de la ESO. Analiza la enseñanza de la programación en Europa, España y Cantabria y a partir de esta propone el uso de la tecnología Micro:bit como medio conductor para la enseñanza de la programación basada en bloques y la robótica en la Educación Secundaria Obligatoria. La implantación de esta tecnología ha tenido mucho éxito en Reino Unido para niños de primaria, lo que refleja su nivel de dificultad. En las líneas futuras menciona la posibilidad de utilizarlo como herramienta de aprendizaje en Bachillerato. Sin embargo, como hemos mostrado en la sección 3.2, los objetivos que presenta el currículo de Cantabria para este nivel requieren que los alumnos utilicen tecnologías más avanzadas. Si bien, al tratarse de un trabajo desarrollado el pasado año, ha resultado de utilidad para conocer el nivel que se espera en alumnos de Bachillerato en base a los objetivos, estándares y criterios definidos para la etapa de secundaria.

Todos estos trabajos muestran como punto común la necesidad de realizar análisis y buscar métodos de aprendizaje que tengan en cuenta factores legales, pedagógicos, técnicos y del entorno para llevar a cabo una correcta implantación de la RE en los centros. El presente trabajo, centra su análisis en la aplicación de nuevas metodologías y enfoques más cercanos al alumnado para ayudar a implantar la RE dentro del aula como una nueva forma de obtener los conocimientos y alcanzar los estándares de aprendizaje definidos en el Decreto 38/2015.

## 5. Exhibiciones de robótica educativa

En la sección anterior hemos mostrado los diferentes trabajos que existen respecto a la robótica educativa y su integración en la ESO y Bachillerato. En esta sección vamos a exponer las dos iniciativas que existen en Cantabria donde los alumnos de secundaria y bachillerato de toda la comunidad comparten sus experiencias en un espacio común. Por un lado, encontramos el concurso-exhibición CantabRobots y, por otro lado, la Feria de la Ciencia de la Universidad de Cantabria (UC).

### 5.1. CantabRobots

CantabRobots surge en el año 2013 por iniciativa del grupo de CantabRobots 3.0<sup>6</sup>, formado por 5 profesores de tecnología de 5 Institutos de Cantabria, con el objetivo de fomentar el aprendizaje de la robótica educativa en el aula. Tal y como recoge el INTEF (2018), se trata de un concurso-exhibición educativo de robótica entre el alumnado de diferentes centros educativos de Cantabria. Las diferentes pruebas propuestas tienen como objetivo fomentar la creatividad, el trabajo en equipo, el emprendimiento, el uso de las nuevas tecnologías y la sostenibilidad de acuerdo a los objetivos marcados dentro de la estrategia Europa 2020<sup>7</sup>.

En su última edición, 10 de mayo de 2019, los alumnos tuvieron la oportunidad de presentar sus creaciones en cuatro categorías diferentes:

- Prueba de Velocistas y Minisumos: estas dos categorías los alumnos deben construir robots para competir en una prueba de velocidad y de lucha, respectivamente. Estos robots tienen una serie de requerimientos que los alumnos deben tener en cuenta a la hora de realizar su diseño y la implementación (medidas, dispositivos electrónicos, capacidad de autonomía, etc.).

---

<sup>6</sup><http://proyectocantabrobots3.blogspot.com/>

<sup>7</sup>[https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/economic-and-fiscal-policy-coordination/eu-economic-governance-monitoring-prevention-correction/european-semester/framework/europe-2020-strategy\\_es](https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/economic-and-fiscal-policy-coordination/eu-economic-governance-monitoring-prevention-correction/european-semester/framework/europe-2020-strategy_es)

- Prueba del Reto Ascentic: la organización proporciona a cada centro participante un equipo con los componentes necesarios para montar el ASCENTICBOT, un coche autónomo que ejecutará acciones en función de las ordenes recibidas a través de un *smartphone*. De la misma forma, los alumnos disponen de un guión con los diferentes retos que deberá superar en la competición del día de la presentación: traiga mi maleta, disculpe las molestias, guía turístico y limpieza de habitación.
- Prueba libre: en esta los alumnos pueden presentar proyectos tecnológicos de libre configuración como puede ser, por ejemplo, una casa domotizada o un sistema de control de un estacionamiento.

Como se puede observar estas categorías abarcan procesos de aprendizaje diferentes, desde la libre configuración de diseño, componentes y programación en el caso de la prueba libre, pasando por la limitación de diseño en las pruebas de velocistas y sumos, para finalmente acabar en el Reto Ascentic donde el desarrollo de los alumnos se centra en la construcción y aplicación de algoritmos de programación a un robot dado.

Durante la exhibición de los proyectos de la prueba libre, los alumnos se encuentran en los *stands* con sus trabajos, donde reciben a los miembros del tribunal. El tribunal esta compuesto por un profesor de cada Instituto participante, dicho profesor tiene dos horas y media para pasar por los diferentes puestos, realizar las preguntas que consideren oportunas y evaluar los trabajos presentados por los alumnos tanto en la ESO como en Bachillerato.

CantabRobots nos muestra que, en Cantabria, se esta trabajando para fomentar que los estudiantes diseñen, implementen y compartan sus experiencias en materia de robótica con otros alumnos en su misma situación. Sin embargo, este recurso es insuficiente para alcanzar los objetivos propuestos en el Decreto 38/2015 por eso es necesario realizar trabajos como este, que recojan propuestas que faciliten la integración de la RE en las aulas.

## 5.2. Feria de la Ciencia de la UC

En el año 2014 la Universidad de Cantabria crea la Feria de la Ciencia<sup>8</sup>, un proyecto de divulgación científica que acerca la ciencia y la investigación a los alumnos de Primaria, Secundaria y Bachillerato.

En este proyecto, se propone al alumnado crear grupos de máximo 4 personas enfocados al desarrollo de proyectos de investigación, innovación y experimentación, trabajando bajo la supervisión y colaboración de los docentes. El principal objetivo es generar un nuevo espacio en el aula donde los alumnos aprendan ciencia a través de sus propias investigaciones. Después, y como ocurre en CantabRobots, serán ellos los encargados de transmitir esos conocimientos al público durante el día en el que se celebra la Feria de la Ciencia.

Mientras CantabRobots esta enfocado a acercar la RE a las aulas en las asignaturas de Tecnología, la Feria de la ciencia se centra en despertar el interés del público abarcando tres áreas diferentes; Ciencias de la Naturaleza, Humanidades y Ciencias Sociales y Tecnología, desde Primaria hasta el Bachillerato.

Otra diferencia recae en la forma de exponer y compartir tanto el trabajo realizado como los conocimientos adquiridos. En la Feria de la Ciencia se realiza una presentación de 10 minutos enfocada al público y al tribunal, formado por personal investigador de la UC. La presentación incluye una breve introducción con la motivación y objetivos del trabajo, las metodologías utilizadas, los resultados y las conclusiones obtenidas. En el caso de CantabRobots, los alumnos solo realizarán una explicación oral si algún miembro del tribunal lo desea. En definitiva, en el primer caso la exposición obligatoria asegura la transmisión de conocimientos a todo el público y, por contra, en el segundo solo aquellas personas interesadas que pregunten obtendrán dichos conocimientos.

Sin embargo, y como ya hemos comentado necesitamos disponer de herramientas, materiales y métodos que nos ayuden a formar a los alumnos para que estos sean capaces de llevar a cabo el desarrollo de proyectos e ideas y, posteriormente, su presentación en iniciativas como la Feria de la Ciencia y CantabRobots.

---

<sup>8</sup><https://web.unican.es/unidades/cultura-cientifica/actividades/feria-de-la-ciencia>

## 6. Materiales y Métodos

Teniendo en cuenta el marco teórico planteado en la sección 3 junto con las necesidades que muestran los diferentes trabajos de investigación mencionados en el apartado 4 planteamos el uso de las metodológicas ágiles como una nueva forma de llevar la RE a las aulas.

### 6.1. Metodologías ágiles

Las metodologías ágiles se caracterizan por abarcar una serie de técnicas y procesos que facilitan la gestión de proyectos. En concreto, esta metodología surgió como una nueva forma de trabajo dentro de la industria de software.

Paulk (2002) definió los 4 principios básicos que estas metodologías debían cumplir:

- Los individuos y su iteración, por encima de los procesos y las herramientas.
- El *software* que funciona, frente a la documentación exhaustiva.
- La colaboración con el cliente, por encima de la negociación contractual.
- La respuesta al cambio, por encima del seguimiento de un plan.

Llevar estos principios al entorno educativo no resulta difícil ya que podríamos hablar de:

- La iteración entre alumnos por delante de los procesos y herramientas de aprendizaje clásicos.
- Los proyectos que funcionan, por encima del proceso clásico de evaluación a través de documentos escritos.
- Colaboración entre alumnos y profesores, por encima de la jerarquía que el sistema educativo les otorga.
- Creación de planes que priorizan la adaptación a los cambios.

Por lo tanto, este tipo de metodologías tienen como objeto aumentar la participación de los alumnos en su propio proceso de aprendizaje, contribuyendo a aumentar el desarrollo de la competencia **aprender a aprender** que define la Real Decreto 1105/2014 dentro del desarrollo del currículo en la ESO y Bachillerato. En concreto, se centran en llevar a cabo un aprendizaje práctico y experiencial, en el que el alumnado ejecuta el método “hágalo usted mismo” o DIY (*Do it yourself!*) desarrollando sus capacidades y habilidades a través de su autonomía.

Dentro del entorno educativo estas metodologías se llevan a cabo utilizando el aprendizaje basado en proyectos “relacionando los contenidos con las competencias que se pretendan desarrollar; diseñando actividades de aprendizaje basadas en experiencias reales que consigan estimular al alumnado y garanticen un compromiso emocional y social” (Barrio, 2018).

## **6.2. Aprendizaje basado en proyectos**

El Aprendizaje Basado en Proyectos o ABP es el método didáctico que desplaza el uso clásico de libros de texto en el aula, para centrar el aprendizaje en la adquisición de los conocimientos a través de la realización de trabajos más prácticos.

El objetivo de ABP es sustituir las clases magistrales y/o expositivas por nuevos entornos de aprendizaje, donde los alumnos sean los encargados de descubrir y construir su propio conocimiento. Por lo tanto, en este nuevo método el alumnado será el protagonista encargado de investigar, organizar y resolver problemas de forma autónoma. El docente, por su lado, será el orientador encargado de generar problemas, proponer fuentes de información y colaborar en las necesidades que presenten los aprendices (Gómez, 2005).

Bernabeu y Cónsul (2016) recogen en su artículo las características intrínsecas, definidas por Duch (1996), que deben reunir los problemas y/o proyectos para ser desarrollados bajo la metodología ABP. Estas hacen hincapié en:

- Abordar situaciones de la vida real y, además, los diseños e ideas deben



despertar la motivación e interés de los alumnos.

- El trabajo creará situaciones de controversia, que serán resueltas por los alumnos haciendo uso del aprendizaje previo.
- Las decisiones llevadas a cabo por los alumnos, para llegar a la resolución o no del problema, deben estar correctamente justificadas.
- Los problemas y proyectos deben ser tratados como un todo, nunca podrán ser divididos o llevados a cabo por partes.
- Los conocimientos generados por el desarrollo del trabajo deben estar relacionados con los objetivos de aprendizaje del bloque al que corresponda.
- Estas actividades deben despertar el *gusanillo* de los estudiantes por el aprendizaje autónomo en referencia al tema abordado.

La resolución de proyectos se llevan a cabo en grupo para fomentar la participación y las relaciones entre iguales. No obstante, esta metodología también permite abordar actividades de forma individual, donde a cada alumno se le plantea el mismo trabajo. En ambos casos, los alumnos, enriquecen el conocimiento aprendido, desde la resolución de su propio ejercicio hasta la observación del trabajo realizado por el resto. En cambio, la principal diferencia entre abordar la tarea de forma individual y grupal recae en la carga de trabajo que cada alumno soporta. En el trabajo individual el resultado será fruto del esfuerzo de un único individuo, por el contrario, en el trabajo grupal no todos los integrantes emplean el mismo esfuerzo. Por lo tanto, una de las tareas más difíciles que tienen que abordar los docentes recae en el proceso de evaluación, donde deben utilizar herramientas de observación que les permitan identificar las responsabilidades y tareas que cada uno de los alumnos emplea para resolver los problemas.

Debido a esto, debemos buscar metodologías que complementen el ABP hacia métodos didácticos en cuales se fomente el trabajo cooperativo de los alumnos asegurándonos que todos ellos trabajan de forma equitativa como, por ejemplo, scrum.

### 6.3. Scrum

El término Scrum tiene su origen en una jugada estratégica en Rugby que tenía como objetivo conseguir el balón después de un fuera de juego o de haberse producido una falta, por lo tanto, la palabra Scrum no es un acrónimo. Como analogía, este término fue adoptado por la industria software como un nuevo método de desarrollo centrado en la organización del esfuerzo humano para la optimización en la gestión de productos complejos.

Centrándonos en el objetivo de este trabajo, el Scrum educativo surgió como un nuevo método de innovación con el fin de “fomentar la colaboración y la responsabilidad a través del aprendizaje auto dirigido” (Hernández, 2018). Holanda fue uno de los primeros países en poner en práctica esta metodología, fue en el año 2012. Crearon **eduScrum**<sup>9</sup>, una guía que fija los roles, eventos, artefactos y las reglas que existen para llevar a la práctica el uso de esta metodología en la ESO.

En la gestión de un trabajo con Scrum intervienen dos roles fundamentales:

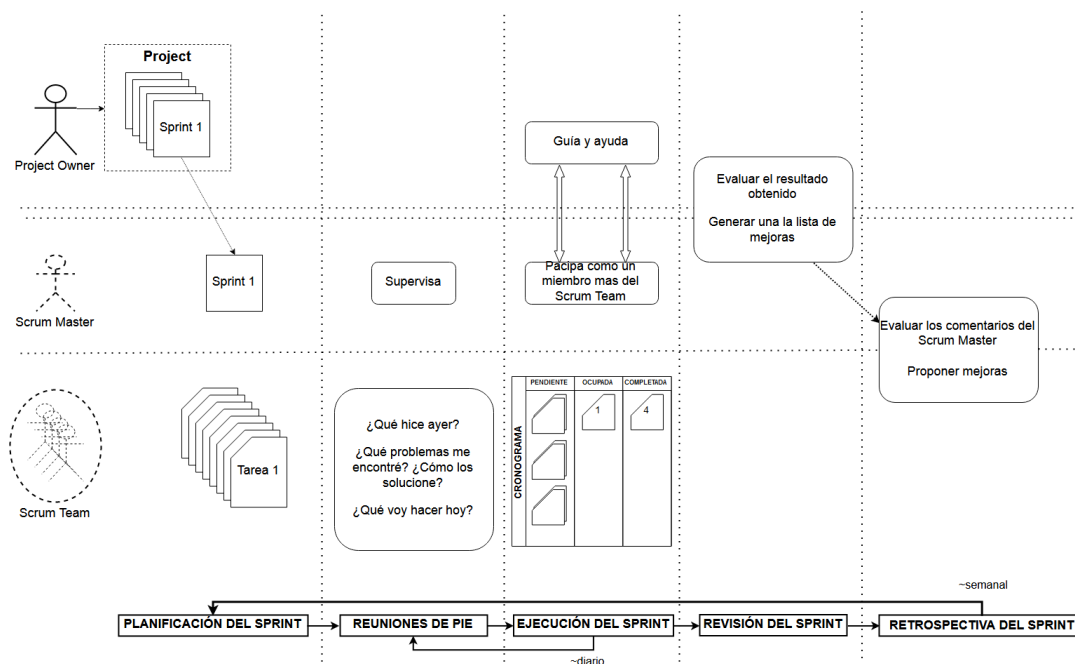
- El profesor actuará como *project owner* y definirá el proyecto a desarrollar y las funcionalidades que se esperan de él. Por lo tanto, su principal responsabilidad es determinar **qué** deben aprender los alumnos y cuáles son las prioridades del proyecto. Se encargará de monitorizar y evaluar tanto el proceso como los resultados obtenidos. Esta evaluación se basará en la lista de criterios presentada a los estudiantes antes de que de comienzo el proyecto.
- Los alumnos se organizarán en grupos o *scrum teams* multidisciplinares y heterogéneos. El tamaño ideal de estos grupos es de 4 personas, con menos miembros resulta complejo abordar todas las tareas que el método define y con 5 o más la complejidad recae en la coordinación de los miembros. Cada grupo tendrá un estudiante que actuará como *scrum master*. Este hará de intermediario entre el *project owner* y los alumnos. Es decir, cuando surja un problema o duda los estudiantes deberán consultar prime-

---

<sup>9</sup><http://eduscrum.nl>

ro a su *scrum master* y este, si no puede resolver el problema, acudirá al *project owner* para solicitar apoyo. El *scrum team* determinará las tareas a realizar para desarrollar el proyecto y alcanzar los criterios propuestos por el *scrum owner*. A pesar de que los alumnos pueden y deben organizarse basándose en sus intereses la responsabilidad final recae sobre todos los miembros.

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo en fases o *sprints* con una duración determinada. Estas fases se basan en la entrega de pequeñas partes del proyecto hasta completarlo al 100 %. De esta forma, los docentes tienen capacidad para evaluar el proyecto en pequeñas partes. Además, estas evaluaciones permiten redirigir el trabajo de los alumnos en los casos en los que se considere oportuno.



**Figura 4:** Fases del método Scrum.

La ejecución de un *sprint*, como se puede ver en la figura 4 consiste en 5 pasos fundamentales (Delhij, van Solingenand & Wijnands, 2015):

#### ■ Planificación del *sprint*

El *project owner* determinará cuales son entregables que deben presentar los equipos cada semana. En base a estos entregables los alumnos

generan la lista de tareas, también llamados *artefactos*, que deben realizar durante la semana. Esta lista se presenta generalmente en un tablero cronológico clasificando las tareas en “pendientes”, “ocupadas” y “terminadas”.

#### ■ **Reuniones de pie**

Estas reuniones tienen una duración de 5 minutos y se realizan todos los días antes de comenzar cada clase. Su objetivo es que los alumnos expongan las tareas que han realizado en la última sesión, que problemas han tenido y como los han resuelto y, finalmente, indiquen cuales son las tareas que van a abordar en la clase que da comienzo.

Las reuniones de pie mejoran la comunicación, ayudan a identificar y solucionar problemas. De igual manera y debido al breve tiempo con el que se cuenta, los alumnos agilizan su capacidad en la toma de decisiones. No debemos olvidarnos que se trata por otro lado de la única vía de sincronización del *scrum team* y es, en ese momento, donde todos ellos mejoran los conocimientos sobre las tareas que no han desarrollado.

En estas reuniones el *scrum master* podrá intervenir cuando lo considere oportuno para eliminar dependencias y obstáculos que puedan afectar a la entrega del *sprint*.

#### ■ **Ejecución del *sprint***

Es el momento de trabajar. Los alumnos deben acudir al cronograma y tomar una de las tareas que se encuentren en estado “pendiente”, asignarla como “ocupada” y marcarla con “terminada” cuando corresponda.

#### ■ **Revisión del *sprint***

En esta fase el *scrum master* debe presentar al *project owner* el resultado del *sprint*. Juntos evaluarán los problemas y soluciones aplicadas durante la semana por el *scrum team*. El *project owner* generará una lista de comentarios asociados al entregable y los requerimientos del próximo *sprint* para que los alumnos puedan continuar trabajando.

### ■ Retrospectiva del *sprint*

En la planificación del siguiente *sprint* se tendrán en cuenta los comentarios asociados a la revisión que servirán como aprendizaje y margen de mejora en el resto de entregas del proyecto.

Como síntesis a los pasos mostrados sobre estas líneas en Scrum el profesor actúa únicamente como guía y los alumnos se encargaran, por un lado de crear las tareas a realizar y, por otro, de establecer los tiempos para su desarrollo. Es decir, en este método el docente define “qué” se espera obtener y los alumnos se encargan del “cómo” y el “cuando”.

Scrum divide el proyecto en tareas permitiendo realizar el trabajo en tramos de tiempos pequeños. Esta forma de trabajar es una estrategia con que los alumnos aprenden a planificarse, reflexionar y trabajar en equipo a partir de la resolución de tareas en grupos más pequeños o, incluso, de forma individual. Por otro lado, las entregas semanales de los *sprints* aumentan la motivación del alumno por el trabajo al mostrar de forma resultados visibles. Finalmente, esta división también les ayuda a conocerse mejor a si mismos, es una buena oportunidad para descubrir las cualidades y capacidades que mejor los definen.

Como se explica en la sección 6.2, en ABP el profesor también actúa como guía pero en este caso él define los tres puntos anteriores y los alumnos se encargarán de llevarlos a la práctica. Sin embargo, la principal diferencia con la metodología clásica de ABP es la forma de trabajar, mientras Scrum se centra en la organización de equipos multidisciplinarios y en la división de tareas teniendo en cuenta la especialidad o los intereses de cada alumno, ABP concibe el trabajo como una única tarea que no puede ser dividida en partes y debe ser tratada como un todo Bernabeu y Cónsul (2016) Duch (1996).

## 7. Aplicaciones prácticas

Una de las principales lecciones que destaca Zuñiga (2012) en su artículo “Diseño y administración de proyectos de robótica educativa: lecciones aprendidas” es la importancia de encontrar proyectos que promuevan un aprendizaje integral donde se involucren aspectos relacionados con la vida diaria y el entorno que rodea a los estudiantes. Es decir, debemos encontrar la forma de alejarnos de los clásicos proyectos en los que se construyen vehículos, animales o maquinas que no presentan relaciones o interacciones con el entorno que los rodea. Igualmente, los proyectos deben ser capaces de despertar la motivación de los alumnos sin olvidarnos, que estos son una herramienta para transmitir conocimientos.

A continuación, mostraremos una lista de ejemplos de proyectos de robótica educativa<sup>10</sup> que se podrían utilizar como método de aprendizaje en la asignatura de TIN aunque, teniendo en cuenta la versatilidad de las propuestas, estas también podrían ser de utilidad para asignaturas como TIC o Dibujo Técnico dentro de la etapa educativa del Bachillerato.

Esta lista ha sido desarrollada teniendo en cuenta el análisis realizado en la sección 3.1 sobre las características y necesidades de la comunidad autónoma de Cantabria. Por lo que, recoge proyectos que fomentan el conocimiento de los alumnos en relación a los factores sociales, económicos y demográficos que los rodean.



(a) Ordeñadora de vacas.



(b) Incubadora de huevos.



(c) Macetero inteligente.

**Figura 5:** Ejemplos de proyectos en relación al Sector Primario.

<sup>10</sup>Las imágenes mostradas en este apartado que se utilizarán como ejemplos de posibles ideas a desarrollar en el aula han sido obtenidas de productos disponibles a través de la tienda online Amazon (<https://amazon.es>)

- Partiendo del hecho de que una pequeña parte de la población de Cantabria aún depende del sector primario proponemos como posibles proyectos los mostrados en la figura 5. En la figura 5(a) observamos una *maquina de ordeñar vacas*, el objetivo de esta sería la extracción automatizada de leche de las ubres de una vaca lechera. En la figura 5(b) mostramos una *incubadora* cuyo objetivo es simular el trabajo que hace, por ejemplo, una gallina desde que se dispone a incubar los huevos hasta que nacen los pollitos. Por ultimo, proponemos el desarrollo de una *maceta inteligente* capaz de controlar la humedad, temperatura y luz que reciben las plantas, ver en figura 5(c).



(a) Aspirador automático.



(b) Lector de huellas.

**Figura 6:** Ejemplos de proyectos en relación al Sector Industrial.

- En el caso de fijar nuestro objetivo en construir un sistema automático atendiendo a las necesidades del sector industrial podríamos desarrollar alguno de los propuestos en la figura 6. En la figura 6(a) mostramos un *aspirador automático* encargado de realizar la limpieza del suelo de las casa basado en unas ordenes pre-programadas, se trata de un producto muy demandado por la población. En la figura 6(b) proponemos el desarrollo de un *lector de huellas*, por ejemplo, se podría usar para realizar el control de las horas de las jornadas laboral definidas en el Real Decreto Legislativo 2/2015, con la entrada en vigor de la ley el presente año.
- Finalmente, y sin olvidarnos del sector servicios que ocupa más del 70 % de los activos de la economía de Cantabria, proponemos diseñar y montar una *papelera automática* que se abriese cuando detectase que una persona

va a introducir un residuo en ella. Este proyecto podría ser de utilidad en bares o restaurantes donde los empleados dispondrían de cubos cerrados para evitar los malos olores y con la posibilidad de utilizarlos sin tocarlos mejorando la higiene del servicio.

Otros ejemplos que se nos ocurren son la creación de un *robot coctelera* que se encargue de generar las copas que el cliente le solicite, es decir, de buscar los ingredientes y realizar la mezcla. Por último, se podría también generar una *maquina dispensadora de rutas*. Cantabria es rica, entre otras cosas, por su naturaleza pero no destaca por tener puestos de información al turista muy documentados, de ahí la idea de generar una maquina que dispense, en función de las preferencias, diferentes vías de entretenimiento para los turistas que visiten la región.

Estos tan solo son unos ejemplos de los diversos proyectos que se podrían realizar, donde la premisa parte de la relación y aplicación que mantienen estos dispositivos con el entorno que nos rodea. Con el objetivo de poner en práctica los métodos de aprendizaje mostrados en la sección 6 desarrollamos el diseño y montaje de una “**Incubadora de huevos**” con alumnos del grupo de TIN del IES La Albericia.

En primer lugar es necesario realizar una introducción a los conceptos básicos, que los alumnos deberán tener presentes durante el proceso de enseñanza y aprendizaje al que van a ser expuestos.

## **7.1. Conceptos básicos**

EL objetivo de transmitir a los alumnos los conceptos de programación y la producción de sistemas autónomos versa en enseñarles que pueden convertirse en creadores de sus propias aplicaciones, se trata de que sean conscientes que no tienen porque ser solo consumidores sino que también se pueden convertir en productores (Decreto 38/2015, 2015).

Proyectos e ideas como las expuestas en la sección 7 no pueden ser llevadas a la práctica sin haber recibido los conceptos básicos asociados a la materia. Es



por ello, que estos proyectos estas propuestos para alumnos de 1º de Bachillerato ya que, según el Decreto 38/2015, para llegar a este nivel previamente han tenido que adquirir los conocimientos asociados a la etapa.

En concreto, la ley define que en 2º ESO los alumnos deberán ser capaces de elaborar programas sencillos a través de entornos de aprendizaje de lenguaje de programación en entorno gráfico. En 3º ESO se centran en utilizar entornos de programación gráficos o basados en diagramas de flujo para controlar sistemas previamente contruidos. Sin embargo, en 4º ESO existe una bifurcación que distingue las enseñanzas académicas de las aplicadas. Ambas ramas tienen la obligación de cursar las asignaturas de TIC, pero solo los alumnos que se decanten por las enseñanzas aplicadas obtendrán formación en la introducción a un lenguaje de programación simple que ejecute las instrucciones en un dispositivo de fabricación propia o comercial.

Con independencia de la realización o no de proyectos de aplicación practica como los que se plantean en este trabajo y teniendo en cuenta que los alumnos de TIN pueden venir tanto de la rama de las enseñanzas académicas como de las aplicadas, debemos invertir al menos 4 sesiones de clases a la introducción de los conceptos básicos asociados a un lenguaje básico de programación.

Como hemos mencionado anteriormente, todos los alumnos han cursado la asignatura de tecnología en 2º y 3º de la ESO donde han adquirido los conocimientos asociados a la programación gráfica basada en bloques, por lo que durante las 4 sesiones proponemos que se realicen actividades que permitan relacionar los bloques con la programación textual más avanzada.

En el caso de los alumnos del IES La Albericia, se utiliza Arduino y su entorno para realizar la introducción a la programación textual en el grupo de TIN. Sin entrar en muchos detalles, ya que no es objeto de este trabajo, Arduino es una de las herramientas más completas que hay en el mercado para entender el funcionamiento y desarrollar de forma sencilla los sistemas digitales que nos rodean hoy en día.

Arduino nació en Italia como una placa programable, barata y sencilla de usar en proyectos interactivos. Desde hace muchos años se utiliza en el sistema edu-

cativo como medio para introducir a los alumnos en la robótica y programación. Es *Open Source*, por lo que cuenta con una comunidad muy activa que pone a disposición de todos los usuarios de Internet miles de proyectos ya desarrollados. A su vez, proporciona tanto elementos hardware como software. Respecto al software, dispone de un lenguaje de programación propio que facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje entre profesores y alumnos. Este puede ser programado a través de código gráfico o textual. En referencia al hardware, su principal componente son las placas programables multipropósito ya que disponen de elementos de conexión que permiten utilizar dispositivos de entrada y salida para interactuar con el entorno.

Las primeras 4 sesiones de introducción a la programación y robótica con el grupo de TIN se llevaron a cabo siguiendo el mismo esquema. Cada una de las clases tiene una duración de 50 minutos, el tiempo se ha repartido de la siguiente manera:

- 15 minutos donde los alumnos reciben una explicación teórica introduciendo conceptos.
- 30 minutos dedicados a la realización de ejercicios de forma autónoma que ponían en práctica la teoría impartida.
- 5 minutos para recapacitar y poner en común lo aprendido durante la sesión.

En el anexo A se recoge un breve resumen con los conceptos básicos transmitidos a los alumnos.

## **7.2. Incubadora**

La siguiente sección muestra el desarrollo de una incubadora de huevos, haciendo uso de las metodologías descritas en la sección 6, como herramienta de introducción a la robótica y programación en Bachillerato.

### 7.2.1. Método de trabajo

Durante este trabajo se ha estudiado el método Scrum como apoyo al desarrollo de trabajos basados en ABP. Sin embargo, aplicar este método no es una tarea fácil. De hecho, requiere de una formación previa tanto para los alumnos como para los docentes. Conscientes de este hecho y añadiendo que el desarrollo del trabajo se realiza en el mes de Abril, hemos decidido realizar una aproximación de Scrum en el aula.

El método empleado para llevar a cabo el desarrollo de la incubadora de huevos incluye la división del proyecto en *tareas* más pequeñas distribuidas por temática entre las preferencias de los alumnos, *reuniones de pie* al comienzo de cada clase y una evaluación *semanal* del trabajo realizado hasta la entrega del proyecto. Es decir, se adapta el método eliminando la figura del *scrum máster* y la gestión de los *sprints* con un cronograma.

El *scrum team* esta formado por 2 alumnos y 2 alumnas que se encargarán de desarrollar el proyecto. Yo, como docente en prácticas, actuare como *project owner* y *scrum master*. El proyecto se lleva a cabo durante 4 semanas en las horas de clase de la asignatura TIN. Esta asignatura cuenta en el currículo con 4 horas semanales. Todas las horas se imparten en el taller de tecnología donde se dispone del material necesario para construir la estructura de la incubadora y, además, se utiliza un ordenador portátil para desarrollar el control de la misma.

### 7.2.2. Desarrollo

En la presente sección se van a detallar los pasos llevados a cabo que ponen en práctica los fundamentos teóricos expuestos en el presente trabajo. Se muestran los detalles de desarrollo desde su inicio hasta su presentación en el evento de CantabRobots. Esta sección no incluye la fase de conceptos básicos que se realizo en la semana anterior al comienzo del mismo, tal y como se ha explicado en la sección 7.1.

A continuación se exponen las tareas llevadas a cabo durante 4 semanas más el tiempo extraordinario necesario por imprevistos en el diseño inicial, que serán

explicados más adelante. La descripción semanal se estructura en 3 partes. Primero definiremos los objetivos y tareas propuestas para la semana, segundo, realizaremos una explicación del desarrollo de las tareas y, tercero, expondremos los resultados de la semana haciendo un análisis de los conceptos trabajados durante la misma.

### **Primera semana**

Durante la primera semana se desea alcanzar los siguientes **objetivos**:

- Entender la necesidad y el motivo por el que se va a realizar el desarrollo de una incubadora.
- Aprender a distribuir las tareas en base a los intereses de los alumnos.
- Familiarizarse con el funcionamiento de una incubadora de huevos de gallina.

Para alcanzar estos objetivos se propone la siguiente lista de **tareas**:

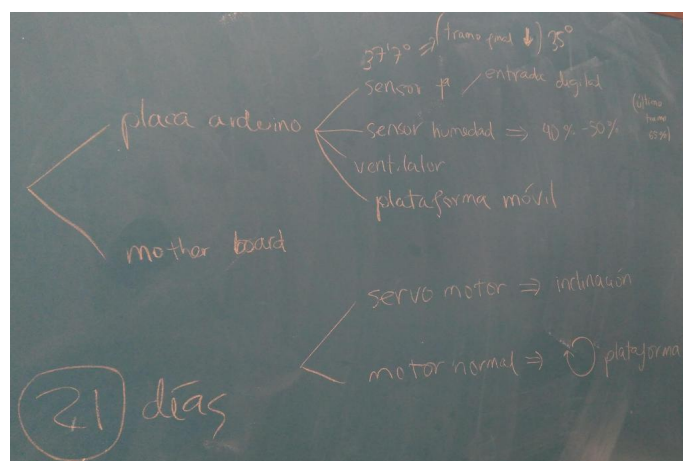
- Explicación teórica sobre los motivos por los cuales se desarrolla el proyecto.
- Explicación teórica sobre el método que se va a emplear durante las próximas semanas.
- Búsqueda e investigación sobre el funcionamiento y los requerimientos que presenta una incubadora real.
- Generación de la lista de elementos que se necesitan para llevar a cabo el proyecto.
- Identificación de las tareas y preferencias que presentan todos los integrantes del grupo.

Una de las tareas más difíciles como docentes es la de provocar la motivación y mantener la atención de los alumnos durante las clases. En este caso aún resulta un poco más complejo, ya que como docente debía de provocar a los

alumnos hasta el punto en cual, son ellos los encargados de realizar el proceso completo de aprendizaje.

Por lo tanto, durante la primera sesión mantuve una relación más cercana con ellos y, a través de la técnica *brainstorming* o tormenta de ideas, mantuvimos un debate acerca de las necesidades socio-económicas que les rodean. Los 4 alumnos viven en Santander o en sus alrededores, sin embargo, dos de ellos provienen de zonas más rurales de Cantabria. Aprovechando este análisis les hice ver la necesidad de construir sistemas reales y les presente la idea del proyecto de la incubadora. Además, les transmití que el proceso de definición de requerimientos, diseño y desarrollo debían realizarlo por ellos mismos, es decir, les explique que hasta ahora habían trabajado los proyectos partiendo de una guía suministrada por el profesor, pero en este caso la única información que obtendrían de mi sería el nombre del proyecto. Si bien, como docente en prácticas deje claro que les ayudaría durante todo el proceso pero que debían ser ellos mismos lo encargados de preguntar dudas y sugerir soluciones.

Antes de finalizar la primera sesión, les fije los objetivos de la semana: para el viernes debían presentarme las características de una incubadora y los elementos que iba a necesitar la próxima semana para continuar el proyecto.



**Figura 7:** Identificación de la lógica de aplicación en una incubadora.

En la siguiente sesión, comenzamos haciendo un breve repaso de lo comentado el día anterior. Entre los 4 decidieron realizar de forma conjunta la tarea de investigación y definición de las características. Durante la sesión, una de la

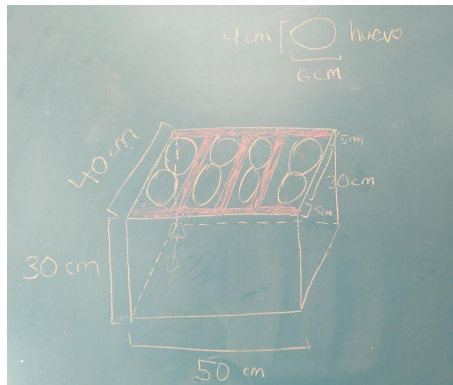
alumnas esquematizaba en la pizarra la relación entre los componentes que tienen las incubadoras industriales y el proceso de incubación. En la figura 7, se muestra el esquema obtenido por los alumnos, donde se puede observar que han adaptado las necesidades a los elementos con los que los que están familiarizados (placa Arduino, sensor de temperatura y humedad, etc.).

Durante esta sesión ha sido necesaria mi intervención en tres ocasiones. La primera, para recordarles que la metodología de trabajo se basaba en la división de tareas. En este caso, han defendido su posición, de especificación y diseño de forma conjunta, para situar el proyecto en un punto de partida común, lo que me parece totalmente adecuado. La segunda intervención fue para explicarles el proceso de identificación de requerimientos y componentes necesarios, ya durante 20 minutos buscaron información en la red y no tomaron apuntes. La tercera, y última intervención la lleve a cabo cuando me dijeron que ya habían identificado todos los elementos. Les afirmé que necesitarían un sistema de volteo de huevos y les pregunte: ¿cómo lo llevarías a cabo? y ¿por qué es necesario?.

Transcurridas la mitad de las sesiones de la semana los alumnos ya consideraban que tenían la lista de elementos necesarios para empezar el desarrollo del proyecto. En la *reunión de pie* de la tercera sesión explicaron las tareas ya realizadas y, además, reconocieron que con ayuda de mi última intervención fueron conscientes de que aún tenían que planificar el diseño físico. Para lo cual, era necesario que supiesen que disponían de madera y de metacrilato.

Finalmente, y como se puede ver en la figura 8, la caja tendría unas medidas de 50x30x40 centímetros (ancho, alto, fondo). En un principio los alumnos la diseñaron limitando su capacidad a 8 huevos. Las medidas más comunes de un huevo son de 6x4 centímetros, por lo que con una caja de 30x15x20 era suficiente. Sin embargo, finalmente se duplicaron estas medidas para disponer de más espacio en el que trabajar.

En la última sesión los alumnos debían presentar la relación de características y componentes para lo cuál realizaron una explicación verbal de los conocimientos adquiridos durante la semana. Durante la explicación intervinieron todos los alumnos. A continuación mostramos un resumen con los puntos más relevantes:



**Figura 8:** Diseño físico de la incubadora.

- **Funcionamiento de una incubadora.** Este dispositivo debe controlar 4 factores físicos que intervienen en el proceso de incubación de un huevo en un entorno real (la gallina madre). Estos factores son: temperatura, humedad, ventilación y volteo. Además, el proceso de incubación dura 21 días y se distribuye en dos fases: la primera de 18 y la segunda de 3.

Temperatura. Durante la primera fase los huevos deben estar a una temperatura de  $37.7^{\circ}\text{C}$ , punto en el que el huevo es capaz de cobrar vida y convertirse en un embrión. Durante los últimos 3 días la temperatura deberá disminuirse hasta los  $35^{\circ}\text{C}$ , temperatura óptima para que nazcan los polluelos.

Si la temperatura es mayor, se puede adelantar el desarrollo del embrión y aumenta la mortalidad de los mismos a los 18 días.

Si la temperatura es menor, se retrasa el desarrollo del embrión y la mortalidad aumenta los primeros días de incubación.

Humedad. Durante la primera fase de incubación la humedad en debe mantenerse entre el 40 % y el 50 % y, en la segunda fase, deberá aumentarse hasta el 65 % para facilitar el reblandecimiento de la cáscara y facilitar la respiración de los polluelos.

Los problemas que se derivan de no controlar la humedad son: por exceso los pollos nacerán blandos y débiles, y por falta estos se pegarán a la cáscara y morirán antes de nacer.

Ventilación. Este proceso afecta a dos factores. Por una parte es necesario renovar el oxígeno constantemente ya que las cáscaras de huevo desprenden toxinas al ambiente y, asimismo, el embrión lo necesita para respirar. Por otro parte, el calor y la humedad llegan a los huevos a través del aire por lo que hay que mantenerlo en movimiento facilitando que se llegue a todos por igual. En este caso, si no se produce una buena ventilación los pollos, si llegan a nacer, serán débiles y blandos.

Volteo de huevos. En la naturaleza este proceso ocurre por dos motivos. Las gallinas voltean los huevos primero porque necesitan refrescarse y segundo porque de esta forma se evita que el embrión quede pegado a la cáscara. Para este proyecto solo nos fijamos en el segundo caso, es recomendable girar el huevo 90° cada 1 ó 2 horas durante los primeros 18 días.

- **Componentes electrónicos.** En relación a las funcionalidades mencionadas en el punto anterior los alumnos realizarán el proyecto empleando los siguiente elementos electrónicos:
  - Una placa Arduino Uno que actuará del *cerebro* de la incubadora.
  - Sensor de temperatura y humedad.
  - Bomba de agua eléctrica para controlar la humedad.
  - Un deshumificador<sup>11</sup> que complementará la bomba de agua en caso de exceso de humedad.
  - Dos motores eléctricos para automatizar el volteo de los huevos.
  - Un ventilador encargado de mover el aire del interior e introducir aire nuevo.
  - Un tercer motor para controlar la apertura y cierre de la ventilación exterior a través de una ventana.
  - Cables, *protoboard*, conectores, etc.

---

<sup>11</sup>Los alumnos hacen referencia a que la humedad ambiental de Cantabria es muy alta y que probablemente en otras provincias de España no sería necesario su uso.



- **Componentes físicos.** Para complementar los componentes mostrados en el punto anterior los alumnos harán uso de los siguientes materiales y herramientas:

- Metacrilato para construir la caja.
- Madera para construir el cajón de los huevos.
- Madera para realizar una cajón a los componentes electrónicos.
- Resistencia para emitir calor.
- Puntas, tornillos, herramientas, etc.

Al finalizar la semana los alumnos han sido capaces de definir requerimientos básicos que presenta una incubadora. En la figura 9 se muestra la relación que han obtenido entre las características que definen el proceso de incubación de huevos de gallina y los componentes mínimos que necesitan para llevar a cabo el proceso.

INCUBADORA DE HUEVOS	
CARACTERÍSTICAS	NECESIDADES
Tiempo de incubación: 21 días	- Caja - Estructura
Fase 1: 18 días	- Sensor de temperatura ●
Temperatura: 37,7 °C	- Fuente de calor (resistencia) ●
Humedad: 40 - 50 %	- Sensor de humedad ●
Huevos deben girar para evitar que el embrión se pegue a la cascara	- Bomba de agua ●
Fase 2: 3 días	- Servo motor (180°, inclinación) ●
Temperatura: 35 °C	- Motor (360°, rotación) ●
Humedad: 65 %	- Ventilador ● ●
No hay necesidad de girar los huevos	- Deshumificador ● ●
	- Control ventana ● ●
	- Placa controladora - Arduino Uno ● ● ●
	- Protoboard
	- Cables y conectores

**Figura 9:** Relación entre características y necesidades de la incubadora.

Evaluando tanto el proceso como los **resultados** obtenidos en esta primera semana los alumnos han sido capaces de organizarse y complementarse para

realizar una muy buena tarea de investigación. Además, se les nota entusiasmados con la idea de llegar a poder tener pollos gracias a un sistema desarrollado de forma autónoma. Por otro lado, son conscientes de la responsabilidad de estar construyendo un sistema real del que dependerán seres vivos, no se trata de un juguete.

### **Segunda semana**

Durante la segunda semana se desea alcanzar los siguientes **objetivos**:

- Generar el esquema con la lógica del programa de la incubadora
- Construir el soporte de volteo de los huevos

Antes de comenzar la sesión con la reunión habitual, les muestro a los alumnos los objetivos de la semana y, juntos, construimos la lista de **tareas** que deben llevar a cabo para alcanzarlos.

- Generar el diseño del soporte de los huevos. El diseño debe permitir voltear los huevos.
- Cortar la madera necesaria para construir el cajón.
- Ensamblar las piezas obtenidas y construir el soporte para los huevos.
- Identificar los elementos que intervienen en el sistema de control de la incubadora.
- Generar el flujo de trabajo asociado al funcionamiento de la incubadora.

Como se puede observar en los objetivos los alumnos son dirigidos a construir como primera parte el soporte de volteo de huevos. Aprovecho este hecho para que ellos se planten porque no se empieza por construir la caja. Una vez planteada la cuestión reflexionan sobre la necesidad de generar primero aquellos elementos que podrían bloquear las tareas del resto de los integrantes del *scrum team*.

En la primera *reunión de pie* los alumnos se organizaron en dos grupos de dos. Las chicas se encargarían de la especificación de la lógica de aplicación y

los chicos del diseño y montaje del soporte para los huevos. La división de tareas se realizó en base a sus preferencias, ellas querían encargarse de las tareas que implicaban la programación de componentes electrónicos y ellos preferían aquellas tareas que relacionadas con el trabajo en el taller. A partir de este momento nos referiremos a ellos como grupo A y B, respectivamente.

A pesar de esta división, durante el resto de reuniones diarias, un grupo le explica al otro los problemas y decisiones que llevan a cabo para alcanzar el objetivo planteado.

La primera tarea de la que debía encargarse el grupo B fue la de generar el diseño físico del soporte ya que el resto de tareas son dependientes de esta. Igualmente, el grupo A solo podía empezar a identificar los elementos que intervienen en el sistema para posteriormente generar el flujo asociado al programa.

Ambos grupos habían definido que el control de volteo de los huevos estaría ligado a dos motores, uno que controlaría la inclinación y otro que los giraría sobre una plataforma, por lo tanto su idea era diseñar una plataforma con posibilidad de inclinarse, que dispondría de pequeños compartimentos individuales para controlar en todo momento que los huevos no se desprendan de ella. Analizando esta primera idea nos dimos cuenta que se trataba de una plataforma que requería por un lado de mucho trabajo manual y por otro lado complicaba la programación. Ajustándonos a los tiempos y en colaboración con el grupo A el diseño se enfocó a la creación de un cajón compartimentado que se deslizaría con ayuda de un servo motor para voltear los huevos cada 2 horas. Por su lado, el grupo A añadió la nueva modificación a la lógica que estaban implementando.



**Figura 10:** Alumnos extrayendo las primeras piezas de madera.

**Grupo A:** utilizó las dos primeras sesiones de la semana para analizar los elementos electrónicos de los que dispondrían y estudiar las dependencias entre

ellos. Las dos últimas sesiones se dedicaron a la generación y presentación del diagrama de flujo de control del programa.

**Grupo B:** necesito una sesión y media para generar el diseño y las medidas asociadas a el soporte de los huevos. El resto de sesiones se utilizaron para cortar y ensamblar la madera hasta construir el cajón del volteo de los huevos. En la figura 10 se puede ver los primeros cortes realizados.

Durante esta semana, fue necesaria mi intervención en ambos grupos para mostrarles las alternativas de las que disponían. Aproveche la ocasión para enseñarles que cuando se comienza un proyecto es muy importante hacerlo con un diseño sencillo, siempre hay tiempo para mejorar el proyecto.

Al finalizar la semana, grupo A había generado el diagrama de flujo asociado al funcionamiento esperado por la incubadora y el grupo B finalizo la construcción del soporte a tiempo. Analizando los **resultados**, ver anexos B y C, y los procesos empleados, los alumnos han conseguido alcanzar los objetivos propuestos. Igualmente, por el camino han mejorado sus habilidades para prever y enfrentarse a problemas en la fase de diseño ya que fueron ellos mismos los que detectaron el problema explicado anteriormente. Por otro lado, la resolución de este inconveniente les ha mostrado que a pesar de estar divididos en tareas necesitan interaccionar con los demás compañeros para tomar las decisiones que afectan al conjunto de elementos.

### **Tercera semana**

Durante la tercera semana se desea alcanzar los siguientes **objetivos**:

- Generar el código asociado al diagrama de flujo presentado durante la semana anterior.
- Construir la estructura física de la incubadora.

Antes de comenzar la sesión y siguiendo la misma metodología empleada hasta ahora, analizamos los objetivos y, juntos, construimos la lista de **tareas**:

- Generar la funciones que controlen los diferentes dispositivos electrónicos.
- Se recomienda dividir el problema en partes e ir generando el código en

fragmentos que controlen de forma individual cada uno de los elementos.

- Ensamblar las piezas de metacrilato compradas para la construcción de la caja.
- Adaptar el interior de la caja para soportar el cajón de los huevos.

Durante esta semana los alumnos han mostrado una gran mejoría en la gestión de las *reuniones de pie* y la resolución de las tareas. Tienen asimilado el hecho de trabajar en pequeñas tareas para construir elementos más grandes.

**Grupo A:** organizo la programación de componentes en pequeños hitos. El primer paso consistía en montar las conexiones eléctricas de los elementos con la placa Arduino, el segundo paso era escribir el código asociado al elemento y, por último, testar el funcionamiento del mismo en la placa. Comenzaron la semana programando el sistema de lectura del sensor DTH22 de temperatura y humedad. Una vez almacenados estos valores continuaron con la programación del ventilador asociado a la lectura del dispositivo anterior. Los siguientes elementos programados y testados de forma individual fueron la bomba de agua, la resistencia de calor y el servo motor encargado del volteo de los huevos.

**Grupo B:** se encargaron de ensamblar y pegar las piezas de metacrilato para construir la caja con las medidas del diseño inicial. Mientras se secaba el pegamento, los alumnos construyeron una base para sujetar tanto la resistencia que mantiene la temperatura de la incubadora como el cajón que contiene los huevos en los que nacerán los pollos. Finalmente diseñaron la distribución de los componentes electrónicos necesarios para poner en marcha la incubadora (sensor DTH22, bomba de agua con sus correspondientes recipientes, ventilador, placa arduino, etc.)

Al finalizar la semana ambos grupos habían completado sus tareas. En la última sesión, durante la presentación de **resultados**, desplegamos todos los elementos desarrollados sobre una mesa y les hice pensar acerca del trabajo que quedaba por realizar. Esta tarea, es necesaria para asegurarse que se disponen de todos los elementos necesarios para completar el proyecto. Les incidí en el hecho de que deben ser capaces de adelantarse a posibles problemas an-

tes de ensamblar la incubadora. Llegados a este punto expuse que el control de humedad y el volteo de los huevos estaba incompleto. Para la próxima semana tenían como tarea identificar los problemas y proponer soluciones.

#### **Cuarta semana**

Durante la última semana, solo quedaba un **objetivo** por cumplir: ensamblar los elementos y probar la incubadora.

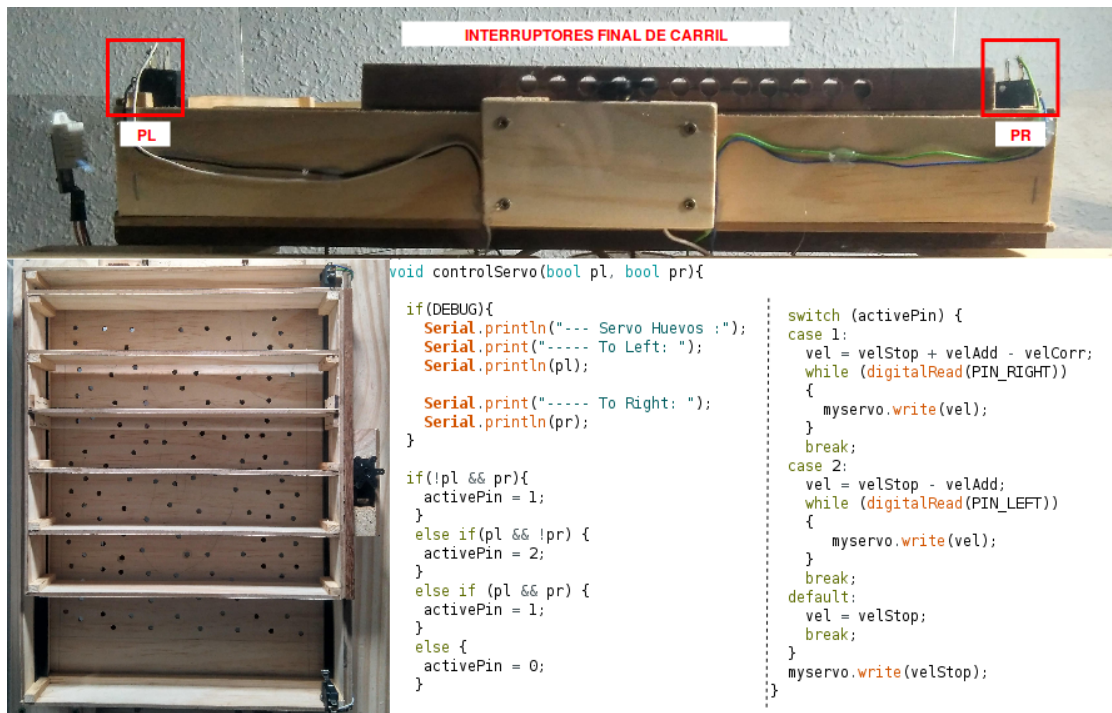
Para esta sesión los alumnos tenían que organizarse como un único grupo y llevar a cabo las siguientes tareas:

- Generar, a partir de los fragmentos de código desarrollados de la semana pasada, el programa final de control de la incubadora.
- Colocar e instalar los componentes electrónicos dentro de la incubadora.
- Testar que el funcionamiento final es el esperado.

No obstante, se les recordó a los alumnos que no pasaba absolutamente nada por no finalizar el proyecto a tiempo, que el objetivo primordial del mismo era el aprendizaje adquirido durante las semanas de trabajo. Por esa razón, la primera sesión de la semana se dedicó al completo a la detección de problemas. Fueron ellos los encargados de llevar la voz cantante, habían estado pensando sobre los comentarios que les hice en la sesión anterior. Se identificaron varios problemas entre los que se destacan los siguientes:

- El control de humedad contaba con una bomba de agua que alimentaría un recipiente. Sin embargo, este no contaba con ningún mecanismo para saber el nivel de agua, por lo que podría llegar a desbordarse. Como solución plantearon incorporar un sensor de ultrasonidos con el que medir la cantidad de agua del recipiente, e impedir que la bomba funcione si este se encuentra lleno.
- El servo motor encargado del volteo de los huevos desplaza los mismos de derecha a izquierda, pero no tiene ningún sistema que le ayude a detectar cuando ha llegado a un extremo y en que dirección debe continuar. Lo más

común en este caso, sería que el motor acabaría forzando el mecanismo de desplazamiento hasta romperse. Los alumnos propusieron como solución añadir dos interruptores final de carrera, para detectar si la plataforma deslizada se encuentra en un lateral u otro y en función de ello enviar la dirección que debe tomar el servo motor para voltear los huevos.



**Figura 11:** Incubadora desarrollada por un grupo de alumnos de 1º Bachillerato en el IES La Albericia.

Durante el resto de la semana los alumnos decidieron ejecutar la mejora en el control del volteo de los huevos. En este caso, y para demostrar que ambos grupos eran autónomos, se invirtieron los papeles. Es decir, el grupo A adaptó el cajón para soportar los interruptores y el cableado y el grupo B se encargó de programar la lógica asociada a los mismos. En la figura 11 se puede ver el cajón y el código desarrollado.

Esta es la primera semana que los alumnos no consiguen completar el objetivo propuesto. A pesar de ello han vuelto a demostrar que siguen avanzando en sus habilidades. Igualmente, en el intercambio de papeles han mostrado que a pesar de la división de tareas todos ellos disponen de los conocimientos necesarios para ejecutar cualquier parte del proyecto.

A pesar del gran avance que han mostrado los alumnos hay un punto relevante que destacan todos ellos, el método de evaluación. El último día de clase, han mostrado su preocupación por recibir la misma evaluación que el resto de compañeros. En concreto, ellos hacían referencia al hecho de que sus compañeros estaban con el profesor titular con el que habían recibido clases teórico-prácticas. Estas fueron diseñadas para conocer de forma individual los componentes electrónicos y su programación. Además, el profesor comentó que en el examen entraría la resolución de uno de estos ejercicios, lo que desconcertó a mi grupo de alumnos.

Para mí, este último hecho, supuso una oportunidad. Por un lado, he podido reflexionar ante él dándome cuenta que la evaluación no puede ser la misma cuando los métodos son diferentes. Se debe encontrar la forma de evaluar a ambos grupos demostrando que son capaces de relacionar conceptos y no solo de resolver problemas concretos que son susceptibles de ser memorizados. Por otro lado, he aprovechado para demostrarles que habían aprendido más de lo imaginaban, teniendo capacidad para resolver otros problemas relacionados con aplicaciones prácticas.

A propósito de lo anterior, el método finalmente utilizado para evaluar a ambos grupos ha sido distribuido en dos partes: una nota asociada a las prácticas y la otra a un examen tipo test en el que se planteaban preguntas que evaluaban, tanto los conceptos como su aplicabilidad a casos más prácticos.

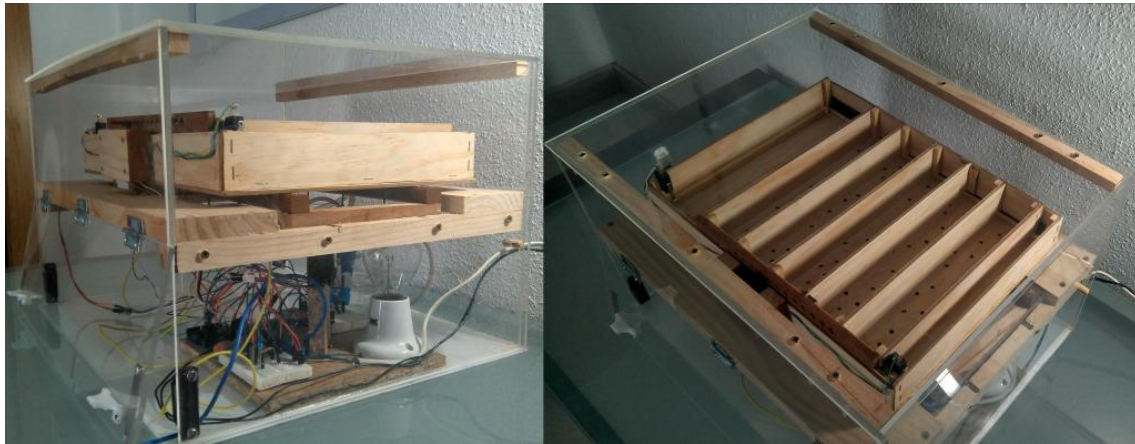
### **Tiempo extra y Resultados**

La finalización del ensamblado se realizó durante 3 jornadas de trabajo fuera del horario escolar, para poder presentar a tiempo el proyecto en CantabRobots.

Durante este proceso nos dimos cuenta que la incubadora tardaba mucho en alcanzar la temperatura deseada, por lo que se le añadió una bombilla de calor al diseño inicial, esta se controlaba a través de un relé. Los alumnos, modificaron el código programado para incluir el funcionamiento de la bombilla, solo en los casos en los que la temperatura estuviese por debajo de lo esperado. De esta forma, agilizamos el proceso de pre-calentamiento de la incubadora.



En el anexo D se incluye la descripción gráfica de los elementos que conforman el resultado de construir una incubadora automática. Por otro lado, en el anexo E se muestra el código que controla su funcionamiento desarrollado por los alumnos.



**Figura 12:** Incubadora desarrollada por un grupo de alumnos de 1º Bachillerato en el IES La Albericia.

En la figura 12 se muestra el resultado final del proyecto. Sin embargo, y aunque en apariencia la incubadora disponga de todos los elementos necesarios para llevar a cabo el proceso completo de incubación de huevos de gallina, no ha sido posible completar el proyecto al 100 %. Concretamente, y para completarlo queda añadir al código programado la lógica de aplicación que controla el tiempo, es decir, el volteo de los huevos cada dos horas, el cambio entre la primera fase de 18 días y la fase final de 3 días. Además, una vez completado el proyecto quedaría testar el funcionamiento de la incubadora en una fase previa a la utilización de la misma en un caso real de incubación.

### **7.3. Presentación del proyecto en CantabRobots**

Tal y como se adelantaba en la sección 7.2.2, la incubadora fue presentada en la modalidad de *prueba libre* del evento CantabRobots. En la sección 5.1 se describió la finalidad y las modalidades que lo caracterizan. En el evento participaban cientos de alumnos que provenían de 32 Institutos de Cantabria. Un evento que permite a estos alumnos compartir sus experiencias con otros y, así-



**Figura 13:** Fotos de los alumnos en el evento CantabRobots 2019. A la derecha, durante la presentación del proyecto al tribunal. A la izquierda, recibiendo el segundo premio en la categoría de prueba libre.

mismo, demostrar los conocimientos que han adquirido durante el proceso de aprendizaje y desarrollo del proyecto.

La incubadora tuvo muy buena acogida tanto por los alumnos como por los profesores de los diferentes centros. Todos destacaban que la idea de construir una incubadora presentaba una innovación en la forma de relacionar conceptos STEAM en los proyectos. Tal fue la acogida que alumnos recibieron un merecido segundo premio.

En el anexo F se añaden imágenes obtenidas durante la asistencia al evento. En ellas se puede apreciar la variedad y calidad de otros proyectos presentados.

## 8. Conclusión y Trabajos Futuros

Para finalizar en las dos secciones siguientes de este proyecto se muestran las conclusiones alcanzadas y los posibles trabajos futuros a desarrollar a partir de este.

### 8.1. Conclusiones

A partir de la realización de este trabajo podemos afirmar que la robótica y la programación en el aula constituyen la mejor herramienta pedagógica para transmitir a los alumnos los contenidos asociados a su etapa educativa. Esta herramienta mejora la motivación del alumnado, el desarrollo de las competencias básicas y la adquisición de conocimientos tanto tecnológicos como científicos en general.

Por un lado, se ha observado cómo los proyectos relacionados con el entorno que rodea a los alumnos y, que a su vez tienen una aplicación práctica aumentan la motivación y el nivel de compromiso de estos. De hecho, los alumnos se ofrecieron a invertir *horas extraordinarias* fuera del horario lectivo para terminar el proyecto. Como muestra de lo anterior un alumno comentó: “quién me iba a decir a mí que iba a venir de forma voluntaria al Instituto para acabar un trabajo”.

Por otro lado, la introducción de la robótica educativa en el aula contribuye al desarrollo de las competencias y objetivos definidos tanto en el Real Decreto 1105/2014 como en el Decreto 38/2015. Además, despierta interés en los alumnos por la construcción de sus propios sistemas automáticos en su vida cotidiana. Por ejemplo, un alumno me consultó acerca de la posibilidad de crear un sistema automático que, encendiese la luz de su habitación al entrar y la apagase al salir con Arduino, y finalmente me mostró su interés por llevarlo a cabo durante el próximo verano.

La evolución de los alumnos durante todo el trabajo nos demuestra que estos han adquirido un mayor grado de madurez. Por lo tanto, haciendo referencia a sus comentarios y su auto-evaluación, afirmamos que este trabajo les ha servido para profundizar en los conceptos teóricos adquiridos durante la ESO.

Primero, han utilizado la electrónica como medio conductor en la generación de un sistema automático, siendo capaces de analizar el entorno, detectar las necesidades asociadas a estos y plantear los componentes electrónicos que necesitaban de igual forma han sabido hacer uso de los mismos.

Segundo, han profundizado en la programación hasta el punto de ser capaces de desarrollar un programa utilizando un lenguaje textual básico. Además, han comprendido la importancia de la programación en el mundo que nos rodea.

Tercero, han aprovechado la electricidad para aportar temperatura a la incubadora demostrando que comprenden su concepto y las formas de transformarla en una fuente de calor, haciendo uso de otros elementos como una resistencia o una bombilla.

Cuarto, han aplicado los conocimientos obtenidos sobre los materiales y su manipulación para construir la base de la incubadora, esto teniendo en cuenta las condiciones exteriores e interiores a las que estará sujeta.

Finalmente, y no por ello menos importante, han aplicado conceptos obtenidos durante las materias de la biología, las matemáticas, lengua, dibujo técnico. Estas les han permitido realizar un trabajo de investigación identificando los puntos relevantes en el desarrollo del embrión de un pollo y, con ello diseñar y desarrollar la incubadora.

Con relación a las inquietudes presentadas por los alumnos sobre el método de evaluación, estos nos han hecho ver que si realizamos un cambio en la forma de enseñanza-aprendizaje de la materia también debemos hacerlo en la forma de evaluación. Por lo tanto, es muy importante adaptar el sistema de evaluación para permitir al alumnado demostrar las capacidades adquiridas a lo largo de todo el proceso de desarrollo de un proyecto partiendo desde cero. Además, se trata de otra forma de demostrarles la importancia de saber relacionar y aplicar conceptos frente a la memorización sistemática de los mismos.

Sin embargo, y debido al poco tiempo del que finalmente se disponía para poner en práctica el método scrum, durante el desarrollo de la incubadora no se ha podido ejecutar este al 100 %. Aún así, la adaptación del método ha sido muy bien recibida por parte de los alumnos. Gracias a ella se ha observado en los

alumnos una mejora respecto a sus capacidades y habilidades de organización, diseño y desarrollo de proyectos de forma autónoma.

En resumen, la robótica educativa y las metodológicas de trabajo ágiles son una buena herramienta para transmitir y relacionar los conocimientos asociados con esta etapa educativa. Además, la realización de proyectos de aplicación práctica contribuye al desarrollo de las 7 competencias básicas de la LOMCE. Las dos primeras, lingüística, matemática y competencias básicas en ciencia y tecnológica, se encuentran implícitas en cualquier aprendizaje. Sin embargo, en este trabajo se trabaja la competencia digital a través de la investigación y el uso de herramientas TIC para construir una incubadora. La capacidad de aprender a aprender y el sentido de iniciativa y espíritu emprendedor se trabaja aplicando una metodología en la cual los alumnos son encargados de organizar y ejecutar las tareas. Las competencias sociales y cívicas se llevan a cabo a través del trabajo colaborativo. Por último, el desarrollo de proyectos relacionados con el entorno que rodea al alumnado contribuye a la competencia de conciencia y expresiones culturales.

## **8.2. Trabajos futuros**

Entre los trabajos futuros que se pueden realizar, a partir de las conclusiones obtenidas de este, caben destacar los siguientes:

- Finalizar la construcción de la incubadora con el mismo grupo de alumnos en la asignatura de Tecnología Industrial II el próximo año. De esta forma se podría estudiar el grado de compromiso y motivación tras un periodo de descanso y la continuidad del proyecto. Igualmente, al tratarse de fases avanzadas en el desarrollo del mismo, estos adquirirían las competencias asociadas al nivel de 2º Bachillerato.
- Desarrollar un proyecto de los propuestos en la sección 7 que fomente la construcción de sistemas relacionados con el entorno que rodea a los alumnos.

- Llevar a cabo una de las propuestas anteriores u otras en dos grupos de forma simultanea. Uno de ellos como grupo control y otro como caso. En el primero se utilizaría el método ABP y en el segundo se el método Scrum original para desarrollar el proyecto. Partiendo de la hipótesis de que el método Scrum es más eficaz que el ABP clásico, se podría estudiar, a través del uso de criterios de evaluación cuantitativos, la viabilidad estadística de un método frente al otro.

Como se puede observar los trabajos propuestos se orientan a seguir utilizando las metodologías ágiles de trabajo como estrategias de aprendizaje en el sistema educativo. La última propuesta, por su lado, estudiaría de forma cuantitativa la realidad de aplicar un método frente a otro. Estudios de este tipo nos ayudan a garantizar que estos métodos mejoran el sistema educativo que nos rodea.

# Referencias

## Publicaciones y Artículos

- Balcells, I. C. (2012). *La robótica aplicada a la materia de tecnología de la E.S.O como medio para desarrollar la creatividad* (Trabajo Fin de Máster, Universidad Internacional de la Rioja. Facultad de Educación, La Rioja. España).
- Barrio, N. (2018). Metodologías ágiles en Educación ¿Nuevas estrategias para la gestión de proyectos educativos? *Revista digital INESEM*. Accedido 9-6-2019. Recuperado desde <https://revistadigital.inesem.es/educacion-sociedad/metodologias-agiles-en-educacion/>
- Bernabeu, M. & Cónsul, M. (2016). Aprendizaje basado en problemas: El método ABP. *EDUCREA Colombia.[Online]*. Accedido 9-6-2019. Recuperado desde <https://educrea.cl/aprendizaje-basado-en-problemas-el-metodo-abp/>
- Campos, F. R. y col. (2011). *Currículo, tecnologías e robótica na educação básica* (Tesis doctoral, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo).
- Cilleruelo, L. & Zubiaga, A. (2014). Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. *Jornadas de Psicodidáctica*, 1-18.
- Consejo Económico y Social. (2018). Informe: El medio rural y su vertebración social y territorial. *Colección informes*, (01/2018).
- D'Abreu, J. V. V. & Condori, K. O. V. (2017). Educación y Robótica Educativa. *Revista de Educación a Distancia*, 54.
- Delhij, A., van Solingenand, R. & Wijnands, W. (2015). The eduScrum Guide. "The rules of the Game". Accedido 9-6-2019. Recuperado desde [http://eduscrum.nl/en/file/CKFiles/The\\_eduScrum\\_Guide\\_EN\\_1.2.pdf](http://eduscrum.nl/en/file/CKFiles/The_eduScrum_Guide_EN_1.2.pdf)
- Duch, B. (1996). Problems: A key factor in PBL. *About teaching*, 50, 7-8.
- Gómez, B. R. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y educadores*, (8), 9-20.
- Hernández, N. (2018). Scrum o cómo fomentar el trabajo cooperativo en el aula. *Educación 3.0. Madrid [Online]*. Accedido 9-6-2019. Recuperado desde

<https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/scrump-fomentar-trabajo-cooperativo/90780.html>

- ICANE. (2017). Explotación Estadística Padrón Municipal de Habitantes. Cantabria 2017. Accedido 9-6-2019. Recuperado desde [https://www.icanes.es/c/document\\_library/get\\_file?uuid=7888b087-2f52-4e32-b075-51b7f278e659&groupId=10138#4\\_1](https://www.icanes.es/c/document_library/get_file?uuid=7888b087-2f52-4e32-b075-51b7f278e659&groupId=10138#4_1)
- ICANE. (2018). Encuesta sobre el uso de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y del Comercio Electrónico en las Empresas. Cantabria 2017/2018. Accedido 9-6-2019. Recuperado desde [https://www.icanes.es/c/document\\_library/get\\_file?uuid=3352f43a-d3b7-4041-a417-e267442e090b&groupId=10138](https://www.icanes.es/c/document_library/get_file?uuid=3352f43a-d3b7-4041-a417-e267442e090b&groupId=10138)
- INTEF. (2018). Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. *Gobierno de España*. Accedido 9-6-2019. Recuperado desde <http://code.intef.es/wp-content/uploads/2018/10/Ponencia-sobre-Pensamiento-Computacional.-Informe-Final.pdf>
- Khan, A. A. F. (2016). *La robótica en el aula*. (Trabajo Fin de Máster, Universidad de Cantabria. Facultad de Educación, Cantabria. España).
- López, C. d. I. T. (2018). *Análisis y propuesta de uso de la plataforma micro:bit para la enseñanza de la programación y la robótica en la Educación Secundaria Obligatoria* (Trabajo Fin de Máster, Universidad de Cantabria. Facultad de Educación, Cantabria. España).
- Moreno, I., Muñoz, L., Serracín, J., Quintero, J., Patiño, K. & Quiel, J. (2012). La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*.
- Ocaña Rebollo, G. (2012). Robótica como asignatura de enseñanza secundaria. Resultados de una experiencia educativa. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, 5(10), 56-64.



- Patiño, K. P., Diego, B. C., Rodilla, V. M. & Conde, J. R. (2014). Uso de la Robótica como Herramienta de Aprendizaje en Iberoamérica y España. *IEEE ES*, 2(1), 41-48.
- Paulk, M. C. (2002). Agile methodologies and process discipline. *Crosstalk*, 15-18.
- Zuñiga, A. L. A. (2006). Proyectos de robótica educativa: motores para la innovación. *Fundación Omar Dengo*.
- Zuñiga, A. L. A. (2012). Diseño y administración de proyectos de robótica educativa: lecciones aprendidas. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(3), 6-27.

### **Leyes y Normativa**

- Decreto 38/2015. (2015). De 22 de mayo, que establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria. *Boletín Oficial de Cantabria*, (39).
- Ley Orgánica 2/2006. (2006). De 3 de mayo, de Educación (LOE). *Boletín Oficial del Estado*, (106).
- Ley Orgánica 8/2013. (2013). De 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE). *Boletín Oficial del Estado*, (10).
- Real Decreto 1105/2014. (2014). De 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, (3).
- Real Decreto Legislativo 2/2015. (2015). De 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores. *Boletín Oficial del Estado*, (255).



## A. Arduino: Conceptos básicos

### Estructura básica de un programa

- Función **setup**, se ejecuta al inicio.
- Función **loop**, se ejecuta en bucle, en ella se sitúa la lógica del programa.

### Definición de variables

En Arduino se definen variables utilizando el tipo, un nombre y su valor. Por ejemplo: `int LED = 7;` define una variable llamada LED de tipo entero que toma como valor 7.

### Tipos de datos

- Entero: `int`
- Decimal: `float`
- Carácter: `char`
- Cadena de texto: `String`
- Booleano (true o false): `bool`

### Operadores condicionales y funciones más comunes

- `if() {} else {}`. Evalúa la condición que indique el paréntesis, si la cumple ejecuta lo que se encuentra en el primer par de `{}` sino ejecuta el else.
- `for(int a=0; a<6; a=a+2) {}`. El primer parámetro es la definición del punto de inicio (`a=0`), el segundo parámetro es el punto final (`a` menor de 6) y el tercer parámetro indica el paso. Si dentro de este `for` tenemos la función `Serial.println(a);` obtendríamos la siguiente secuencia de números: 0, 2, 4. No obtendríamos 6 porque la condición ya no se cumple.
- `Serial.print();` y `Serial.println();` se utilizan para pintar valores en el monitor serial del ordenador. Necesita ser declarado en el setup con `Serial.begin(9600);`

- `delay(X)` ; provoca una espera de de X milisegundos en el programa.

### **Señal Digital**

- Para configurar un pin como ENTRADA digital: `pinMode(3, INPUT)` ;
- Para leer su valor: `digitalRead(3)` ;
- Para configurar un pin como SALIDA digital: `pinMode(3, OUTPUT)` ;
- Para escribir la salida: `digitalWrite(3, HIGH)` ; o `digitalWrite(3, LOW)` ;

### **Señal Analógica**

Los pines analógicos no necesitan ser configurados, se configuran por defecto. Para leer un sensor de entrada analógica se utiliza la función `analogRead(A0)` ; siendo A0 el pin en el que se encuentra conectado el sensor.

### **Componentes**

- Entrada Analógica: Potenciómetro, sensor de presión, sensor de temperatura.
- Salida Analógica: servo, bomba de agua.
- Entrada Digitales: botón.
- Salida Digital: LED.
- Shield: dispositivo electrónico que nos permite aumentar las características de la placa Arduino.

### **La placa Arduino**

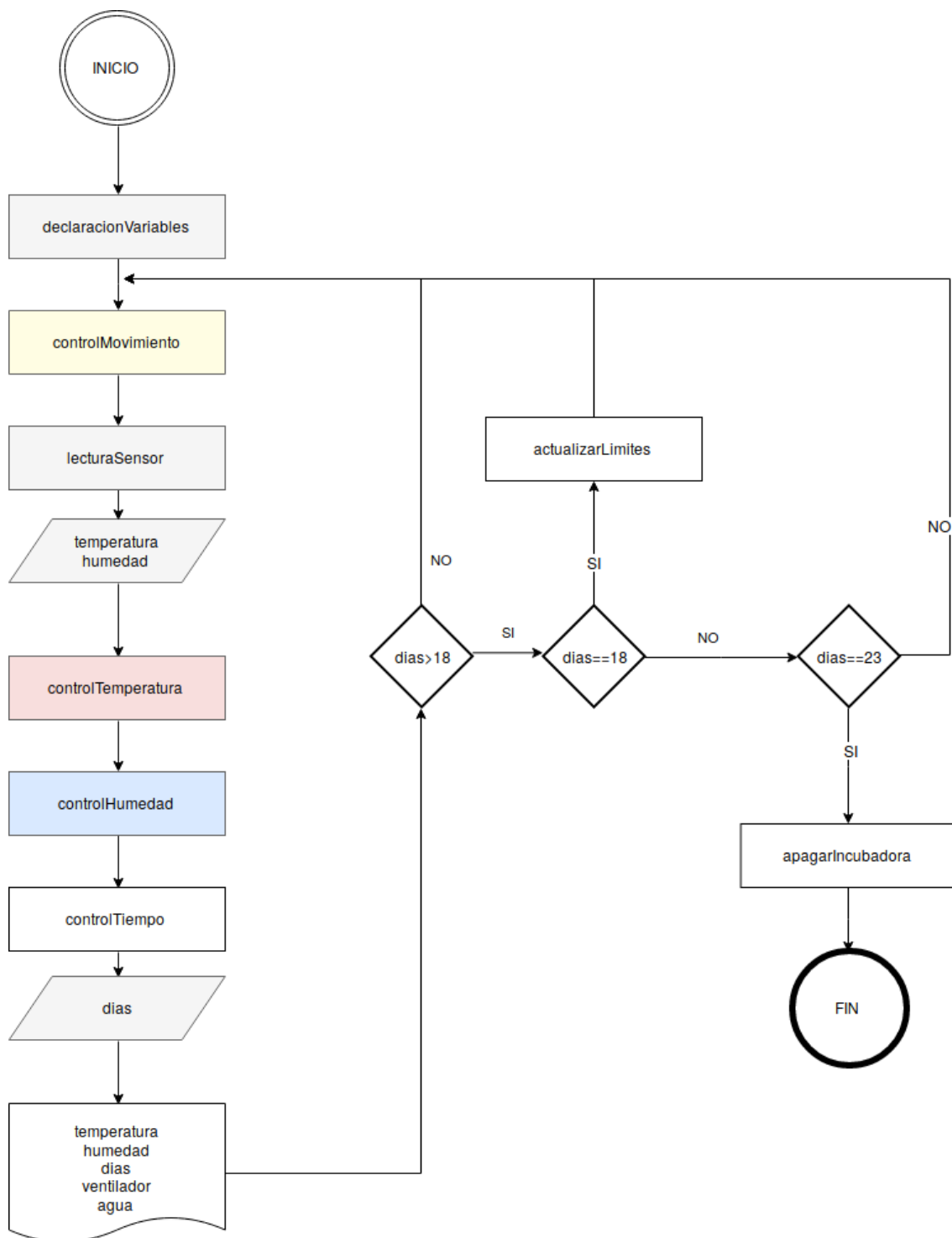
- No necesita estar conectada a un ordenador para funcionar, se puede alimentar tanto a través de la conexión USB como utilizando una fuente externa como una PILA.
- Es capaz de almacenar el programa, es decir, si estaba cargado el código podemos desenchufar la placa que este no se borra. Este se ejecutará

cada vez que se conecte a la corriente hasta que un nuevo programa sea instalado en la placa.

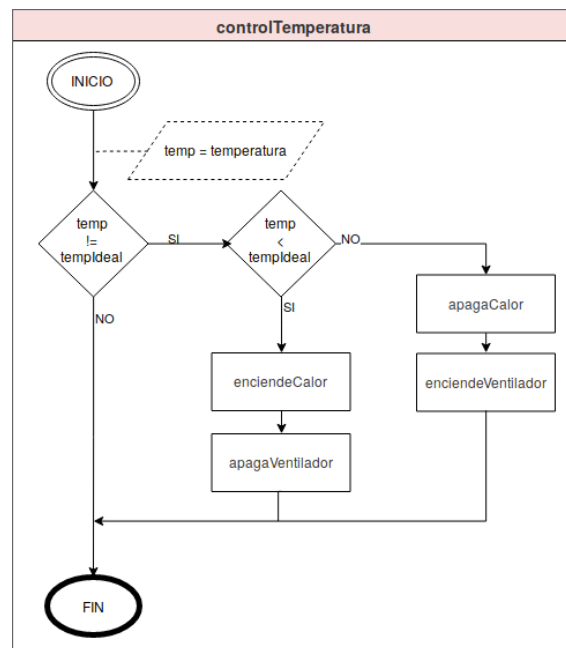
- El límite de 20mA por salida significa que, para un voltaje de 5V, la resistencia del dispositivo que queramos alimentar no debe ser inferior a 200Ohmios.



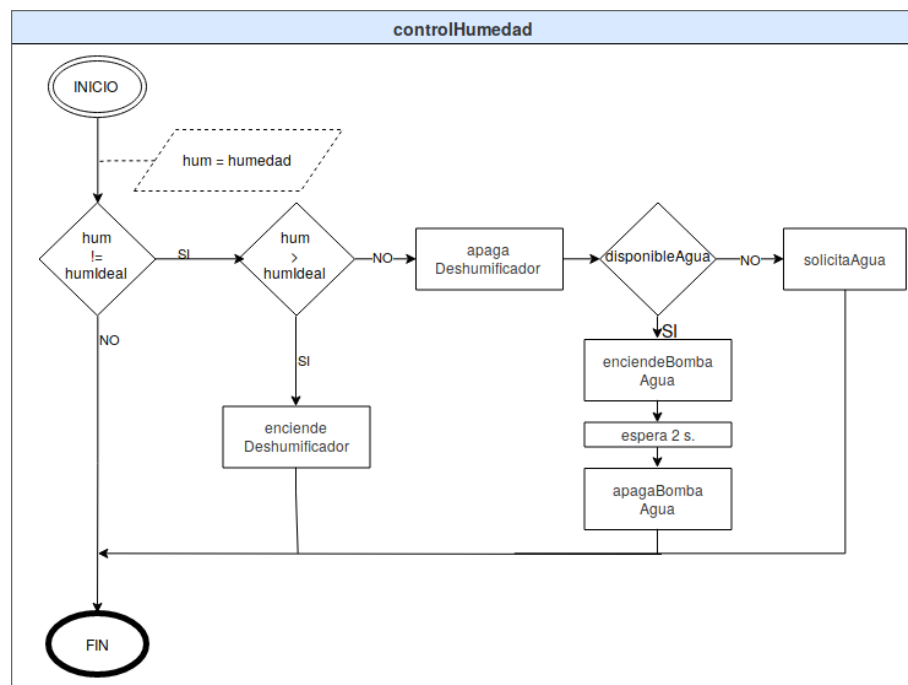
## B. Diagrama de flujo de la incubadora



**Figura 14:** Diagrama de flujo de la lógica de la aplicación de la Incubadora. Como se puede observar, se basa en la ejecución de funciones que controlan la temperatura, humedad y el movimiento de los huevos en base a la fase (días) en la que se encuentran los embriones.



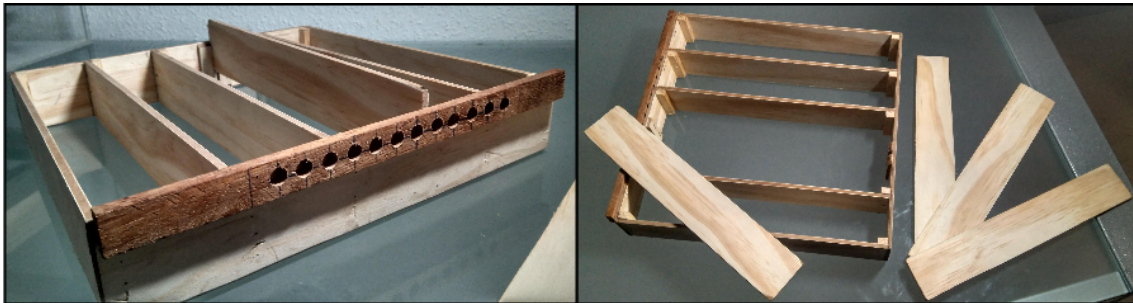
**Figura 15:** Diagrama de flujo del control de temperatura. Esta función recibe como parámetro la temperatura actual y en función de si es o no la adecuada modifica el funcionamiento asociado al ventilador y las fuentes de calor.



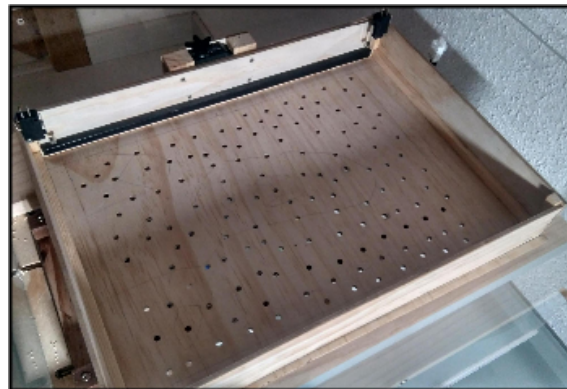
**Figura 16:** Diagrama de flujo del control de humedad. Esta función recibe como parámetro la humedad actual y en función de si es o no la adecuada modifica el funcionamiento asociado a la bomba de agua y el deshumificador (no implementado en este proyecto).



## C. Cajón para el volteo de los huevos



**Figura 17:** Fase 1. Plataforma deslizante. A la izquierda se muestra los huecos utilizados por el servomotor que actúan de engranaje para deslizar la plataforma. A la derecha los huecos y elementos de configuración utilizados para albergar los huevos.



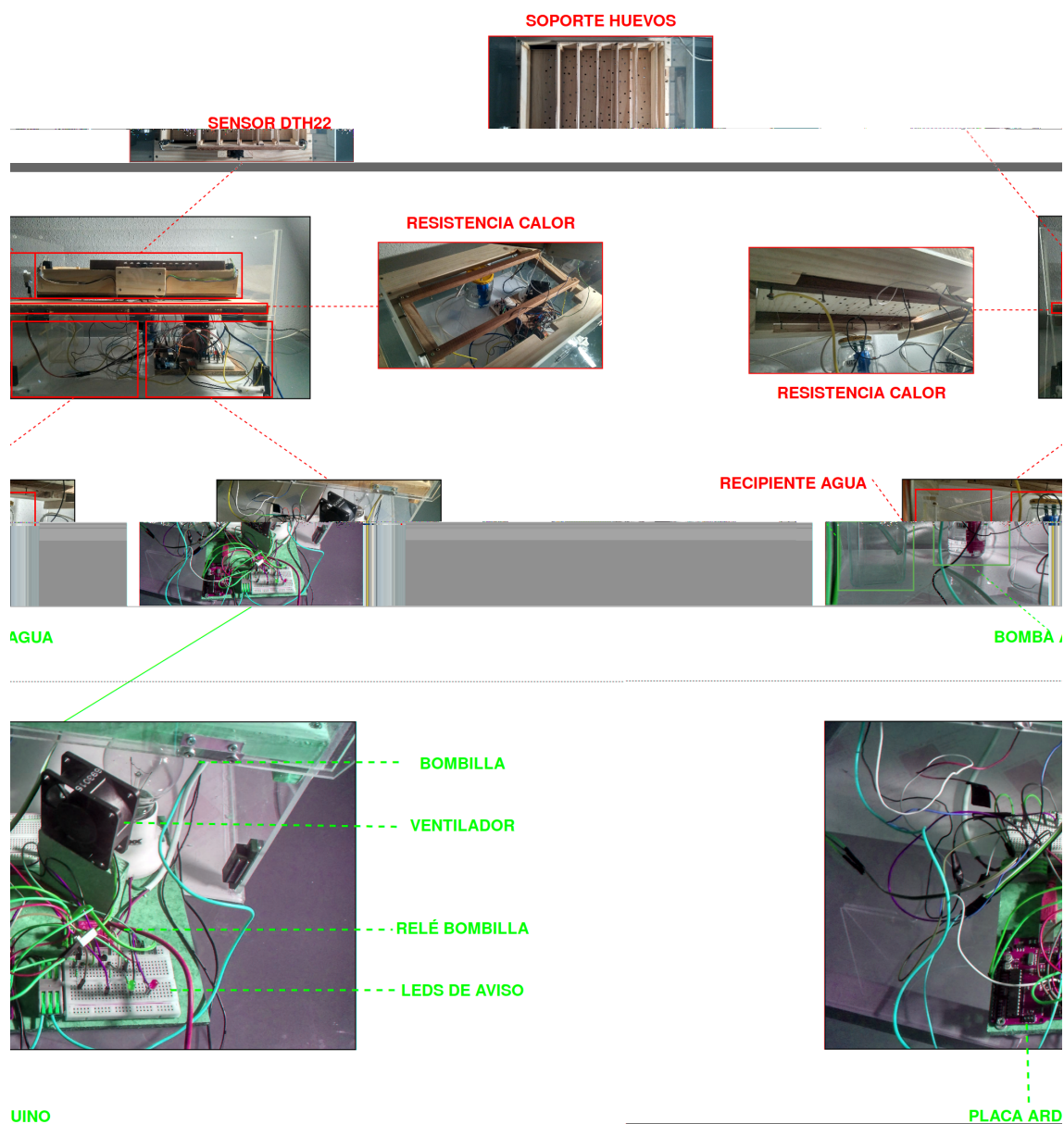
**Figura 18:** Fase 2. Soporte sobre el que se desliza la plataforma. En el fondo de la imagen se observa el servomotor encargado de desplazar la plataforma de la Fase 1. En la base del soporte se encuentran varios agujeros que proporcionan ventilación a los huevos.



**Figura 19:** Fase 3. Ensamblado de los elementos obtenidos en la fase 1 y 2.



## D. Descripción gráfica de la incubadora



**Figura 20:** Esquema gráfico con los componentes de la incubadora. Sobre la línea discontinua se muestra en la imagen central una foto de la incubadora (vista frente).

En la parte superior de esta se encuentra el soporte para huevos.

En la parte central tenemos la resistencia de calor y el sensor DTH22 (temperatura y humedad).

La parte inferior de la incubadora esta distribuida en dos zonas: a la izquierda se encuentran la bomba de agua y el recipiente encargados de mantener la humedad, a la derecha y ampliado bajo la línea discontinua nos encontramos con: la bombilla que proporciona calor y el relé que la controla, el ventilador que mantiene el aire en movimiento, un conjunto de tres LEDs indicativos de los dispositivos que se encuentran encendidos y, finalmente, la placa controladora Arduino programada para controlar el resto de dispositivos.



## E. Lógica de control de la incubadora

```
1 // Libraries
2 #include "DHT.h"
3 #include <Servo.h>
4
5 // Debug mode
6 #define DEBUG true
7
8 // Temperature and humidity sensor – DHT 22 (AM2302)
9 #define DHT_PIN 7
10 #define DHT_TYPE DHT22
11
12 // Fan
13 #define FAN_PIN 1
14 #define FAN_LED_PIN 12
15
16 // Water pump
17 #define WATER_PIN 5
18 #define WATER_LED_PIN 11
19
20 // Servo
21 Servo myservo; // define servo
22 #define SERVO_PIN 9
23 #define PIN_LEFT 3 // blue and white wires
24 #define PIN_RIGHT 2 // gray and green wires
25
26 // Rele
27 #define RELE_PIN 4
28
29 // General
30 int waitBtwReads = 10000; // slow sensor
31
32 // Temperature and humidity sensor – DHT 22 (AM2302)
33 int fixedTemp = 37.5;
34 int fanTemp = 18;
35 int fixedHum = 45; // btw 40%-50 %
36
37 // Fan
38 bool is_fan_off = true;
39
40 // Water pump
41 int timeWater = 1000;
42 bool isChangeWater = true;
43 int reqChanges = 5;
44 int countReqChanges = 0;
45
46 // Servo
47 int vel;
48 int velStop = 90;
49 int velAdd = 15;
50 int velCorr = 4; // correction for calibration
51
52 int activePin = 0;
53 bool pl;
54 bool pr;
55
56 // Initial configurations
57 DHT dht(DHT_PIN, DHT_TYPE);
58
59 void setup(){
60     pinMode(FAN_PIN, OUTPUT);
61     pinMode(WATER_PIN, OUTPUT);
62     pinMode(SERVO_PIN, OUTPUT);
63     pinMode(RELE_PIN, OUTPUT);
64     pinMode(PIN_LEFT, INPUT);
65     pinMode(PIN_RIGHT, INPUT);
66
67     myservo.attach(9);
68     dht.begin();
69
70     if(DEBUG) {
71         Serial.begin(9600);
72     }
73 }
74
75 /*
76  * Function to control the humidity
77  */
78 void humidityControl(float hum){
79
80     if(DEBUG) {
81         Serial.print("Humidity:");
82         Serial.print(hum);
83         Serial.println("%");
84     }
85
86     if(hum < fixedHum & isChangeWater){
87         if(isChangeWater) {
88             if(DEBUG){
89                 Serial.println("—_JWATER_PUMB:_ON");
90             }
91             digitalWrite(WATER_LED_PIN, HIGH);
92             digitalWrite(WATER_PIN, HIGH);
93             delay(timeWater);
94             digitalWrite(WATER_PIN, LOW);
95             digitalWrite(WATER_LED_PIN, LOW);
96             if(DEBUG) {
97                 Serial.println("—_JWATER_PUMB:_OFF");
98             }
99             isChangeWater = false;
100         } else {
101             countReqChanges++;
102         }
103     } else {
104         // TODO
105     }
106
107     if (countReqChanges == reqChanges){
108         isChangeWater = true;
109         countReqChanges = 0;
110     }
111 }
112
113 /*
114  * Function to control the temperature
115  */
116 void temperatureControl(float temp){
117     if(DEBUG) {
118         Serial.print("Temperature:");
```

```

119     Serial.print(temp);
120     Serial.println("°C.");
121 }
122
123 // control de bombilla
124 if (temp < fixedTemp -2) {
125     digitalWrite(RELE_PIN, LOW);
126 } else if (temp >= fixedTemp) {
127     digitalWrite(RELE_PIN, HIGH);
128 }
129
130 // FAN ON/OFF
131 if (temp >= fanTemp) {
132     if (is_fan_off) {
133         digitalWrite(FAN_LED_PIN, HIGH);
134         digitalWrite(FAN_PIN, HIGH);
135         is_fan_off = false;
136     }
137 } else {
138     digitalWrite(FAN_LED_PIN, LOW);
139     digitalWrite(FAN_PIN, LOW);
140     is_fan_off = true;
141 }
142
143 if (DEBUG) {
144     Serial.print("—Fan:");
145     if (is_fan_off) {
146         Serial.println("OFF");
147     }
148     else {
149         Serial.println("ON");
150     }
151 }
152 }
153
154 // Control de servo
155 void controlServo(bool pl, bool pr) {
156     if (DEBUG) {
157         Serial.println("—Servo_Huevos:");
158         Serial.print("—To_Left:");
159         Serial.println(pl);
160
161         Serial.print("—To_Right:");
162         Serial.println(pr);
163     }
164
165     if (!pl && pr) {
166         activePin = 1;
167     } else if (pl && !pr) {
168         activePin = 2;
169     } else if (pl && pr) {
170         activePin = 1;
171     } else {
172         activePin = 0;
173     }
174
175     switch (activePin) {
176     case 1:
177         vel = velStop + velAdd - velCorr;
178         while (digitalRead(PIN.RIGHT))
179         {
180             myservo.write(vel);
181         }
182         break;
183     case 2:
184         vel = velStop - velAdd;
185         while (digitalRead(PIN.LEFT))
186         {
187             myservo.write(vel);
188         }
189         break;
190     default:
191         vel = velStop;
192         break;
193     }
194     myservo.write(velStop);
195 }
196
197 // Main function
198 void loop() {
199     // Wait a few seconds between measurements.
200     delay(waitBtwReads);
201     myservo.write(velStop);
202
203     float hum = dht.readHumidity(); // read humidity
204     float temp = dht.readTemperature(); // read
205                                         temperature as Celsius
206
207     // Check if any reads failed and exit early.
208     if (isnan(hum) || isnan(temp)) {
209         Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
210         return;
211     }
212
213     // Humidity control
214     humidityControl(hum);
215
216     // Temperature control
217     temperatureControl(temp);
218
219     pl = digitalRead(PIN.LEFT);
220     pr = digitalRead(PIN.RIGHT);
221
222     controlServo(pl, pr);
223     Serial.println("_");
224     delay(waitBtwReads);
225 }

```

**Listing 1:** Código desarrollado por los alumnos con la lógica de aplicación de una incubadora de huevos



## F. CantabRobots 2019



**Figura 21:** Imágenes realizadas durante el evento de CantabRobots el día 10 de mayo de 2019. En la parte superior se muestran varios ejemplos de proyectos presentados en la categoría “prueba libre” de alumnos de la ESO y Bachillerato. En la parte inferior, de izquierda a derecha, la foto de los alumnos de Bachillerato que ganaron el segundo, primer y tercer premio con los proyectos que presentaron.

